



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE
SEVILLA**

GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA

**OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE UN EDIFICIO TERCIARIO EN
CLIMA CONTINENTAL. OFICINAS EN MADRID.**

Trabajo Fin de Grado presentado por David Vinagre Ruiz, siendo el tutor del mismo el profesor Ángel Luis León Rodríguez.

D. David Vinagre Ruiz,

Sevilla, 25 de Junio de 2021



DEPÓSITO DEL TRABAJO FIN DE GRADO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD DEL TRABAJO FIN DE GRADO

Considerando que la presentación de un trabajo hecho por otra persona o la copia de textos, fotos y gráficos sin citar su procedencia se considera plagio,

Yo, Don/Dña. David Vinagre Ruiz, c o n DNI **49093654Q**, estudiante del Grado en Fundamentos de la arquitectura de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Sevilla, **ASUMO LA AUTORÍA RESPONSABLE Y DECLARO** que el Trabajo de Fin de Grado que presento para su exposición y defensa titulado Optimización energética de un edificio terciario en clima continental. Oficinas en Madrid y cuyo tutor es D. Ángel Luis León Rodríguez.

ES ORIGINAL Y QUE TODAS LAS FUENTES UTILIZADAS PARA SU REALIZACIÓN HAN SIDO DEBIDAMENTE CITADAS EN EL MISMO.

Así mismo, acepto que el profesorado podrá utilizar las herramientas de control del plagio que garanticen la autoría de este Trabajo de Fin de Grado.

Sevilla, a ..25..deJunio..... de 2021

Firmado: David Vinagre Ruiz



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE SEVILLA

GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA

TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO ACADÉMICO [2020-2021]

TÍTULO: OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE UN EDIFICIO TERCIARIO EN CLIMA CONTINENTAL. OFICINAS EN MADRID

AUTOR: DAVID VINAGRE RUIZ

TUTOR: ÁNGEL LUIS LEÓN RODRÍGUEZ

DEPARTAMENTO: CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS II

ÁREA DE CONOCIMIENTO: CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS

MOTIVACIÓN:

Durante los últimos años se ha escrito mucho sobre la eficiencia energética de los edificios, pero la mayoría de los estudios se han centrado en las diferentes tipologías de viviendas y la búsqueda de soluciones en los sistemas pasivos de su envolvente térmica. Este trabajo tiene por objeto en otro amplio parque de edificios, pero de uso administrativo (oficinas), muchos de los cuales serán objetivo de rehabilitación energética en los próximos años y que precisarán reformar sus sistemas activos. Este trabajo se centra en analizar su capacidad de mejora energética actuando principalmente en sus instalaciones consumidoras de energía (instalaciones térmicas y de alumbrado) con objetivo común de reducir la producción de gases de efecto invernadero en la Tierra.

TÉRMINOS CLAVE:

Optimización energética; Instalaciones en Oficinas; Eficiencia Energética;

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	13
2	ESTADO DE ARTE	15
2.1	SITUACIÓN ENERGÉTICA DEL PARQUE DE EDIFICIOS DE OFICINAS	15
2.2	MARCO NORMATIVO	22
2.2.1	PLANES DE POLÍTICA ENERGÉTICA	22
2.2.2	MARCO NORMATIVO EUROPEO	23
2.2.3	MARCO NORMATIVA ESPAÑOL.....	25
2.3	MARCO TEÓRICO.....	27
3	OBJETIVOS	31
3.1	OBJETIVO PRINCIPAL	31
3.2	OBJETIVO ESPECÍFICOS	31
4	METODOLOGÍA.....	32
4.1	FASE 1. ELECCIÓN DE LA TIPOLOGÍA REPRESENTATIVA.	33
4.2	FASE 2. ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA.....	33
4.3	FASE 3. ESTUDIO DE LAS CARGAS TÉRMICAS DE LA MUESTRA	36
4.4	FASE 4. ANÁLISIS DE LAS CAGAS TÉRMICAS DE LA MUESTRA	39
4.5	FASE 5. MODELO ENÉRGÉTICO DE LA MUESTRA	40
4.6	FASE 6. PROPUESTA Y MODELOS ENERGÉTICOS DE LA MUESTRA.....	44
4.7	FASE 7. ANALISIS DE RESUTADOS	44
4.7.1	ANÁLISIS DE LAS CARGAS TÉRMICAS.....	45
4.7.2	ANALISIS DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES	
	45	

4.7.3	ANÁLISIS DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE	45
4.7.4	ANÁLISIS DE LA CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA EN CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN	45
4.7.5	ANÁLISIS DE LAS EMISIONES DE CO ₂	46
5	CASO DE ESTUDIO.....	47
5.1	ELECCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO	47
5.2	ANTECEDENTES	48
5.3	DESCRIPCIÓN FORMAL DEL EDIFICIO	49
5.3.1	PARCELA.....	49
5.3.2	ORIENTACIÓN.....	50
5.3.3	PLANTAS Y DISTRIBUCIÓN	50
5.3.4	NUCLEO DE COMUNICACIONES	56
5.3.5	ACCESOS	56
5.3.6	LA FACHADA	56
5.3.7	LA OCUPACIÓN	58
5.4	DESCRIPCIÓN DE LA ENVOLVENTE	59
5.5	DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	64
5.5.1	INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN.....	64
5.5.2	INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN	67
5.5.3	INSTALACION DE ALUMBRADO.....	68
6	BALANCES ENERGÉTICOS Y RESULTADOS DE LAS HIPÓTESIS.....	69
6.1	RESULTADOS DE CARGAS	70
6.1.1	RESULTADO DE CÁLCULO DE CARGAS DE LA HIPOTESIS SIMPLE 0	70
6.1.2	RESULTADO DE CÁLCULO DE CARGAS DE LA HIPOTESIS SIMPLE 1	73
6.1.3	RESULTADO DE CÁLCULO DE CARGAS DE LA HIPOTESIS SIMPLE 5	76
6.1.4	RESULTADO DE CÁLCULO DE CARGAS HIPOTESIS COMBINADA 1	79

6.2	RESULTADOS HIPOTESIS 0 – EL EDIFICIO EN SU ESTADO ACTUAL	82
6.3	RESULTADOS HIPOTESIS SIMPLE 1 – CAMBIO DE FACHADA (PASIVO)	85
6.4	RESULTADOS HIPOTESIS SIMPLE 2 – SISTEMA DE EXPANSIÓN DIRECTA VRF (ACTIVO).....	88
6.5	RESULTADOS HIPOTESIS SIMPLE 3 – SISTEMA HIDRÓNICO CON BOMBA DE CALOR (ACTIVO).....	91
6.6	RESULTADOS HIPOTESIS SIMPLE 4 – SISTEMA HIDRÓNICO DE CONDESANCIÓN POR AGUA GEOTERMIA (ACTIVO)	94
6.7	RESULTADOS HIPOTESIS SIMPLE 5 – SISTEMA DE ALUMBRADO (ACTIVO).....	97
6.8	RESULTADOS HIPOTESIS COMBINADA 1 – CAMBIO DE FACHADA (PASIVO) + SISTEMA DE ALUMBRADO (ACTIVO).....	100
6.9	RESULTADOS HIPOTESIS COMBINADA 2 – CAMBIO DE FACHADA (PASIVO) + SISTEMA HIDRÓNICO CON BOMBA DE CALOR (ACTIVO)	103
6.10	RESULTADOS HIPOTESIS COMBINADA 3 – CAMBIO DE FACHADA (PASIVO) + SISTEMA HIDRÓNICO DE CONDESANCIÓN POR AGUA GEOTERMIA (ACTIVO)	106
6.11	RESULTADOS HIPOTESIS COMBINADA 4 – SISTEMA HIDRÓNICO CON BOMBA DE CALOR (ACTIVO) + SISTEMA DE ALUMBRADO (ACTIVO).....	109
6.12	RESULTADOS HIPOTESIS COMBINADA 5 - SISTEMA HIDRÓNICO DE CONDESANCIÓN POR AGUA GEOTERMIA (ACTIVO) + SISTEMA DE ALUMBRADO (ACTIVO).....	112
6.13	RESULTADOS HIPOTESIS COMBINADA 6 - CAMBIO DE FACHADA (PASIVO) + SISTEMA HIDRÓNICO CON BOMBA DE CALOR (ACTIVO) + SISTEMA DE ALUMBRADO (ACTIVO).....	115
6.14	RESULTADOS HIPOTESIS COMBINADA 7 - CAMBIO DE FACHADA (PASIVO) + SISTEMA HIDRÓNICO DE CONDESANCIÓN POR AGUA GEOTERMIA (ACTIVO) + SISTEMA DE ALUMBRADO (ACTIVO).....	118
7	ANÁLISIS DE RESULTADOS	121
7.1	ANÁLISIS DE LAS CARGAS TÉRMICAS	122
7.2	ANÁLISIS DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES ..	124

7.2.1	Hipótesis simple 0 (Estado actual) con la hipótesis simple 1 (Cambio de fachada)	124
7.2.2	Hipótesis simple 0 (Estado actual) con la hipótesis simple 2 (Cambio de sistema de climatización a expansión directa VRF)	124
7.2.3	Hipótesis simple 0 (Estado actual) con la hipótesis simple 3 (Cambio de sistema de climatización a hidrónico con bomba de calor)	125
7.2.4	Hipótesis simple 0 (Estado actual) con la hipótesis simple 4 (Cambio de sistema de climatización a hidrónico condensación por agua geotermia)	125
7.2.5	Hipótesis simple 0 (Estado actual) con la hipótesis simple 5 (Cambio del sistema de alumbrado)	125
7.2.6	Hipótesis simple 0 (Estado actual) con la hipótesis combinada 1 (Cambio de fachada y alumbrado)	126
7.2.7	Hipótesis simple 0 (Estado actual) con la hipótesis combinada 2 (Cambio de fachada y cambio de sistema de climatización a hidrónico con bomba de calor)	126
7.2.8	Hipótesis simple 0 (Estado actual) con la hipótesis combinada 3 (Cambio de fachada y cambio de sistema de climatización a hidrónico condensación por agua geotermia)	127
7.2.9	Hipótesis simple 0 (Estado actual) con la hipótesis combinada 4 (Cambio de alumbrado + cambio de sistema de climatización a hidrónico con bomba de calor) y con la hipótesis 6 (Cambio de alumbrado + cambio de fachada + Cambio de sistema de climatización a hidrónico con bomba de calor)	127
7.2.10	Hipótesis simple 0 (estado actual) con la hipótesis combinada 5 (Cambio de alumbrado + cambio de fachada + Cambio de sistema de climatización a hidrónico con bomba de calor) y con la hipótesis 7 (Cambio de alumbrado + cambio de fachada + cambio de fachada + Cambio de sistema de climatización a hidrónico con bomba de calor)	127
7.3	ANÁLISIS DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE	128
7.4	ANÁLISIS DE LA CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA EN CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN	130
7.5	ANÁLISIS DE LAS EMISIONES DE CO₂	132
8	CONCLUSIONES	134

Relación de Figuras

Figura 2.1 Comparación entre proyectos de rehabilitación y de nueva construcción...	16
Figura 2.2 Torres de Colón en la actualidad. Antes de la rehabilitación.	17
Figura 2.3 Torres de Colón una vez terminada la rehabilitación.....	18
Figura 2.4 Edificio los Cubos antes de la rehabilitación.	18
Figura 2.5 Edificios los cubos una vez terminada la rehabilitación	19
Figura 2.6. Banco Pastor. Fotografiado en la década de los 80.	20
Figura 2.7 Banca de Madrid. Fotografiado en la década de los 80.....	20
Figura 2.8 Viviendas analizadas con termografía. El cuarto edificio por la izquierda, de color azul, ha sido rehabilitado energéticamente y no tiene fugas de calor.	21
Figura 2.9 Icono del programa CYPETHERM LOADS.	28
Figura 2.10 Icono del programa CYPETHERM HE Plus.	29
Figura 4.1 Modelado en Revit.	34
Figura 4.2 Entorno de trabajo Open BIM.....	35
Figura 4.3 Introducción de parámetros de los recintos.....	36
Figura 4.4 Introducción de parámetros de la envolvente térmica.	37
Figura 4.5 Introducción de parámetros de los huecos acristalados.	38
Figura 4.6 Introducción de parámetros de las condiciones exteriores.	38
Figura 4.7 Introducción de opciones de cálculo.	39
Figura 4.8 Introducción de parámetros generales.	40
Figura 4.9 Introducción de las unidades terminales.	41
Figura 4.10 Introducción de las unidades de producción.	41
Figura 4.11 Introducción de las unidades terminales para equipos de rendimiento constante.....	42
Figura 4.12 Introducción de los sistemas de ventilación	42
Figura 4.13 Verificación de la normativa	43
Figura 4.14 Calificación energética en emisiones.	45

Figura 4.15 Calificación energética en consumo energía primaria.	45
Figura 4.16 Calificación energética demanda de calefacción.	46
Figura 4.17 Calificación energética demanda de refrigeración.	46
Figura 5.1 Emplazamiento calle Santa Engracia 67-69.	48
Figura 5.2 Planos catastrales Santa Engracia número 67-69.	49
Figura 5.3 Planta Sótano -3,-2.	51
Figura 5.4 Planta Sótano -1	52
Figura 5.5 Plano Planta Baja	53
Figura 5.6 Plano Planta Tipo, 1-7	54
Figura 5.7 Plano Planta 8	55
Figura 5.8 Plano Planta Cubierta	55
Figura 5.9 Alzado del edificio	56
Figura 5.10 Fotografía de la fachada.	57
Figura 5.11 Número de ocupación por planta	58
Figura 5.12 Cuadro resumen de los coeficientes de transmitancia térmica de los elementos que componen la envolvente	59
Figura 5.13 Detalle constructivo muro de fachada.	60
Figura 5.14 Detalle constructivo muro de sótano.	60
Figura 5.15 Detalle constructivo medianera.	61
Figura 5.16 Detalle constructivo muro garaje.	61
Figura 5.17 Detalle constructivo forjado entreplantas.	62
Figura 5.18 Detalle constructivo cubierta.	63
Figura 5.19 Esquema de principio instalación de climatización con la unidad de producción enfriadora.	64
Figura 5.20 Esquema de principio instalación de climatización con la unidad de producción caldera.	65
Figura 5.21 Unidad de producción frigorífica enfriadora y su placa de características.	66
Figura 5.22 Unidad de producción calorífica caldera y su placa de características.	66
Figura 5.23 Unidad de tratamiento de aire y su placa de características.	67

Figura 5.24 Resumen de potencias a considerar según proyecto de ejecución	68
Figura 6.1 Carga anual del edificio. Hipótesis simple 0.	70
Figura 6.2 Carga anual del edificio. Hipótesis simple 1.	73
Figura 6.3 Carga anual del edificio. Hipótesis simple 5.	76
Figura 6.4 Carga anual del edificio. Hipótesis combinada 1.	79
Figura 6.5 Balance energético anual del edificio. Hipótesis simple 0	82
Figura 6.6 Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración. Hipótesis 0 .	83
Figura 6.7 Evolución de la temperatura mensual. Hipótesis simple 0.....	83
Figura 6.8 Calificación energética. Hipótesis simple 0	84
Figura 6.9 Balance energético anual del edificio. Hipótesis simple 1	85
Figura 6.10 Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración. Hipótesis simple 1	86
Figura 6.11 Evolución de la temperatura mensual. Hipótesis simple 1.....	86
Figura 6.12 Calificación energética. Hipótesis simple 1	87
Figura 6.13 Esquema instalación VRV tres tubos.	88
Figura 6.14 Balance energético anual del edificio. Hipótesis simple 2.	88
Figura 6.15 Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración. Hipótesis simple 2	89
Figura 6.16 Evolución de la temperatura mensual. Hipótesis simple 2.....	89
Figura 6.17 Calificación energética. Hipótesis simple 2	90
Figura 6.18 Esquema instalación sistema hidrónico con bomba de calor.....	91
Figura 6.19 Balance energético anual del edificio. Hipótesis simple 3.	91
Figura 6.20 Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración. Hipótesis simple 3.	92
Figura 6.21 Evolución de la temperatura mensual. Hipótesis simple 3.....	92
Figura 6.22 Calificación energética. Hipótesis simple 3.	93
Figura 6.23 Esquema sistema climatización hidrónico por geotermia	94
Figura 6.24 Balance energético anual del edificio. Hipótesis simple 4.	94

Figura 6.25 Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración. Hipótesis simple 4.	95
Figura 6.26 Evolución de la temperatura mensual. Hipótesis simple 4.....	95
Figura 6.27 Calificación energética. Hipótesis 0.....	96
Figura 6.28 Balance energético anual del edificio. Hipótesis simple 5.	97
Figura 6.29 Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración. Hipótesis simple 5	98
Figura 6.30 Evolución de la temperatura mensual. Hipótesis simple 5.....	98
Figura 6.31 Calificación energética. Hipótesis simple 5.	99
Figura 6.32 Balance energético anual del edificio. Hipótesis combinada 1.	100
Figura 6.33 Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración. Hipótesis combinada 1.	101
Figura 6.34 Evolución de la temperatura mensual. Hipótesis combinada 1.....	101
Figura 6.35 Calificación energética. Hipótesis combinada 1.	102
Figura 6.36 Balance energético anual del edificio. Hipótesis combinada 2.	103
Figura 6.37 Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración. Hipótesis combinada 2.	104
Figura 6.38 Evolución de la temperatura mensual. Hipótesis combinada 2.....	104
Figura 6.39 Calificación energética. Hipótesis combinada 2.	105
Figura 6.40 Balance energético anual del edificio. Hipótesis combinada 3.	106
Figura 6.41 Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración. Hipótesis combinada 3.	107
Figura 6.42 Evolución de la temperatura mensual. Hipótesis combinada 3.....	107
Figura 6.43 Calificación energética. Hipótesis combinada 3.	108
Figura 6.44 Balance energético anual del edificio. Hipótesis combinada 4.	109
Figura 6.45 Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración. Hipótesis combinada 4.	110
Figura 6.46 Evolución de la temperatura mensual. Hipótesis combinada 4.....	110
Figura 6.47 Calificación energética. Hipótesis combinada 4.	111

Figura 6.48 Balance energético anual del edificio. Hipótesis combinada 5.	112
Figura 6.49 Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración. Hipótesis combinada 5.	113
Figura 6.50 Evolución de la temperatura mensual. Hipótesis combinada 5.....	113
Figura 6.51 Calificación energética. Hipótesis combinada 5.	114
Figura 6.52 Balance energético anual del edificio. Hipótesis combinada 6.	115
Figura 6.53 Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración. Hipótesis combinada 6.	116
Figura 6.54 Evolución de la temperatura mensual. Hipótesis combinada 6.....	116
Figura 6.55 Calificación energética. Hipótesis combinada 6.	117
Figura 6.56 Balance energético anual del edificio. Hipótesis combinada 7.	118
Figura 6.57 Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración. Hipótesis 0	119
Figura 6.58 Evolución de la temperatura mensual. Hipótesis combinada 7.....	119
Figura 6.59 Calificación energética. Hipótesis combinada 7.	120
Figura 7.1 Resumen de las hipótesis.....	121
Figura 7.2 Porcentaje de mejora de las cargas de térmicas de refrigeración respecto a la hipótesis simple 0.....	123
Figura 7.3 Porcentaje de mejora de las cargas de térmicas de calefacción respecto a la hipótesis simple 0	123
Figura 7.4. Mejora de la calificación energética en emisiones de las diferentes hipótesis respecto a la hipótesis simple 0	128
Figura 7.5 Mejora de la calificación energética en cuanto a consumo de energía primaria de las diferentes hipótesis respecto a la hipótesis simple 0	130
Figura 7.6 Mejora de la calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración en función de las diferentes hipótesis.....	132
Figura 7.7 Mejora de la calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración en función de las diferentes hipótesis.....	132

Relación de Tablas

Tabla 4.1 Resumen de las hipótesis propuestas para el estudio energético del caso de estudio.....	44
Tabla 6.1 Carga máxima de calefacción del edificio. Hipótesis simple 0.....	71
Tabla 6.2 Carga máxima de calefacción del edificio. Hipótesis simple 0.....	72
Tabla 6.3 Carga máxima de refrigeración del edificio. Hipótesis simple 1	74
Tabla 6.4 Carga máxima de refrigeración del edificio. Hipótesis simple 1	75
Tabla 6.5 Carga máxima de refrigeración del edificio. Hipótesis simple 5	77
Tabla 6.6 Carga máxima de calefacción del edificio. Hipótesis simple 5	78
Tabla 6.7 Carga máxima de refrigeración del edificio. Hipótesis combinada 1.....	80
Tabla 6.8 Carga máxima de calefacción del edificio. Hipótesis combinada 1.....	81
Tabla 7.1 Análisis de cargas térmicas de las hipótesis.	122
Tabla 7.2 Análisis de la calificación energética de las diferentes hipótesis simples ..	124
Tabla 7.3 Análisis de la calificación energética de las diferentes hipótesis combinadas.	126
Tabla 7.4 Análisis de la calificación energética del edificio en consumo de energía primaria no renovable en función de las diferentes hipótesis simples	128
Tabla 7.5 Análisis de la calificación energética del edificio en consumo de energía primaria no renovable en función de las diferentes hipótesis combinadas	129
Tabla 7.6 Análisis de la calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración en función de las diferentes hipótesis simples.....	130
Tabla 7.7 Análisis de la calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración en función de las diferentes hipótesis simples.....	131
Tabla 7.8 Emisiones de CO2 en cuanto a las hipótesis simples	133
Tabla 7.9 Emisiones de CO2 en cuanto a las hipótesis compuestas	133

1 INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo fin de grado se pretende realizar una investigación sobre la mejora energética en edificios de uso administrativo (oficinas) situados en localizaciones con clima continental. La investigación se centrará en edificios existentes y principalmente en sus sistemas activos que son los responsables de sus mayores consumos energéticos, es decir, sus instalaciones térmicas y de alumbrado. Se realizarán análisis mediante el uso de herramientas de simulación energética reconocidos. En primer lugar, se caracterizará el estado actual de su comportamiento y consumo energético para posteriormente proponer diferentes hipótesis de mejora para su rehabilitación energética, las cuales serán analizadas igualmente siguiendo una metodología basada en modelos de simulación y calificación energética. El objetivo es analizar el potencial de ahorro energético que tiene el extenso parque de edificios de oficinas actual, para lograr una mejora medioambiental al mismo tiempo que analizar su viabilidad económica.

Para su desarrollo se analizará un caso de estudio representativo de la tipología y morfología de edificios de oficinas construido en la ciudad de Madrid (clima continental) durante la década de los años 70, ya que hay un amplio parque de este tipo de construcciones, la mayoría obsoletos energéticamente, y cuyo estado se aleja sensiblemente de los actuales requerimientos energéticos del Código Técnico (CTE), en concreto el reciente DB-HE actualizado mediante Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre (BOE 27-diciembre-2019) y aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo y el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) actualizada mediante el Real Decreto 238/2013, de 5 de abril y aprobado por el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.

Esta investigación no pretende ser meramente un trabajo teórico si no una investigación que pueda servir como precedente, para las próximas renovaciones de esta tipología de edificios que están por venir durante los próximos años, dado el amplio impulso de incentivos que se está realizando por la Comisión Europea, como plan de recuperación económica tras la pandemia de Covid-19 en materia de rehabilitación energética de edificios.

2 ESTADO DE ARTE

2.1 SITUACIÓN ENERGÉTICA DEL PARQUE DE EDIFICIOS DE OFICINAS

En los últimos años Madrid se ha convertido en uno de los mayores centros de negocio del mundo. La ciudad se sitúa en tercer lugar en lo que se refiere en demanda de oficinas. En Europa, solamente se encuentra por delante de ella Londres y París, estando por encima de ciudades como Ámsterdam, Berlín, Roma, Milán según datos aportados por el ayuntamiento de Madrid.¹

Este posicionamiento tiene lugar debido a varios factores determinantes, como el aumento de población y la elevada tasa de creación de empresas y negocios. El primero de ellos, el aumento de población, se debe en parte a inmigraciones de ciudadanos extranjeros, pero la mayoría de personas provienen de otras regiones españolas donde la elevada tasa de paro y los salarios bajos obligan a buscar una vida mejor en la capital. En segundo de ellos, la elevada tasa de creación de empresas y negocios se produce por la gran entrada de capital y inversionistas en Madrid, sobre todo de países de América del Sur y Central.

En cuanto al parque edificatorio existente en la capital, según un artículo publicado en el periódico digital Cotizalia², *‘Madrid tiene 14,48 millones de metros cuadrados en edificios dedicados exclusivamente de oficinas, donde 1,65 millones dan servicio a la Administración pública, y 12,84 dan servicio a las empresas privadas’*, lo que pone de manifiesto el parque tan extenso de edificios terciarios dedicados a oficinas en esta ciudad.

Además, en los últimos años, el número de oficinas no ha parado de aumentar exponencialmente y así lo refleja el informe titulado ‘Madrid desde el cielo’ de la gran consultora inmobiliaria CBRE, en el que se detalla las características y por qué el desarrollo de proyectos de oficinas han alcanzado las cifras más elevadas de los últimos

¹ Ayuntamiento de Madrid, “Madrid: tercera en el ranking de ciudades europeas en demanda de oficinas”, Nota de prensa digital 4 de abril del 2018.

² Ruth Ugalde, “Costar destapa el tamaño real”, Cotizalia, 28 de noviembre del 2018.

cuatro años, tanto en superficie en rehabilitación como de nueva construcción.³ “En el último año Madrid ha registrado 506 nuevos proyectos de construcción y rehabilitación, a pensar que este sector se ha visto muy dañado por la pandemia y por la implantación del teletrabajo. Incluso en los últimos doce meses, se han desarrollado unos 475.000 metros cuadrados de oficinas en la capital, un 48% más que el año pasado. En concreto, en la capital hay 43 nuevos proyectos en desarrollo y 26 grúas trabajando. Del total de metros cuadrados en obras, 245.000 m2 corresponden a nueva construcción, mientras que los 230.000 m2 restantes son trabajos de rehabilitación” (Fig. 2.1)

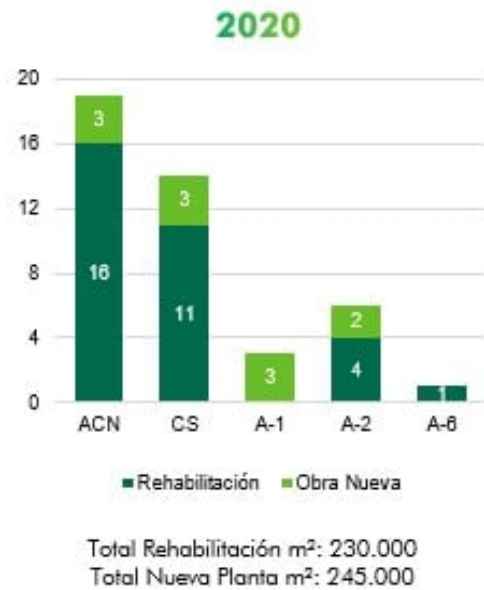


Figura 2.1 Comparación entre proyectos de rehabilitación y de nueva construcción.
Fuente: Informe Madrid desde el Cielo 'CBRE'

La mayoría de estos edificios que se están rehabilitando tienen unas características muy similares entre sí, pues fueron construidos masivamente durante los años 70, anterior al Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y muchos de ellos incluso anterior al Real Decreto 2429/1979, de 6 de julio, por el que se aprueba la norma básica de edificación NBE-CT-79, sobre condiciones térmicas en los edificios.

Las soluciones constructivas de esta tipología edificatoria se basan en la utilización de grandes paños acristalados, a través de la utilización de muros cortinas. Una solución que, encontrándose Madrid en un clima continental, puede llegar a ser contraproducente para el confort y el gasto energético del edificio ya que durante los meses más duro de la época estival estas fachadas captan grandes cantidades de calor y obligan a los equipos de climatización a evacuar toda esa energía para mantener los edificios en condiciones aceptables de confort. A esto se le une que hace años, la potencia de las instalaciones térmicas se sobredimensiona ya que los métodos manuales de determinación de las cargas y solicitaciones térmicas inducían a seleccionar equipos de mayor capacidad que la necesaria. Actualmente el Reglamento de Instalaciones

³ Lola Martínez-Brioso, “Madrid desde el cielo”, Nota de prensa CBRE, 03 de octubre del 2019.

Térmicas (RITE)⁴ obliga a ajustar este parámetro para impedir consumos de energía innecesarios.

Otra característica actual de este amplio parque de edificios de administrativo es la escasa actualización de sus instalaciones de iluminación y alumbrado. La mayor parte de ella se encuentra muy desfasada utilizando todavía luminarias con lámparas de descarga (incandescente o fluorescentes) que tienen un consumo elevado y desprenden calor en contraposición de la tecnología Led que reduce el consumo y la emisión de calor, que repercute favorablemente para reducir las ganancias internas de calor sensible al edificio

Además, muchos de estos edificios no disponen de estrategias pasivas de ahorro energético como son los sistemas de protección solar (lamas móviles, voladizos, etc.), predominando muchas veces la estética del edificio y de los paños totalmente acristalados frente a las medidas de reducción de la demanda de energía que actualmente son imprescindibles para poder alcanzar cumplir con las prestaciones energéticas y exigencias de reducción de consumo energético.

En la actualidad tenemos **varios ejemplos** de edificios con uso terciarios que muestran estas características narradas anteriormente.

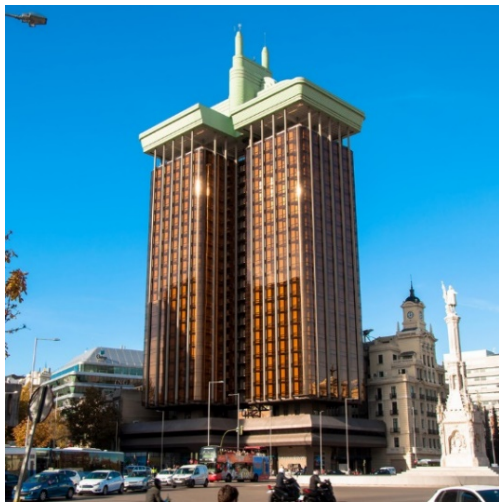


Figura 2.2 Torres de Colón en la actualidad. Antes de la rehabilitación.

Fuente: Plataforma Arquitectura

Algunos de ellos se han rehabilitado y se ha actuado sobre todo en los sistemas pasivos modificando sustancialmente en su envolvente. Como, por ejemplo, **las Torres de Colón** (Fig. 2.2). Estas Torres ubicada en ubicado en la plaza de Colón de Madrid, continuación de la calle Goya con la continuación de la calle Génova fueron construidas entre 1967 y 1976 por el arquitecto Antonio Lamela. El proceso constructivo fue revulsivo en estos años pues es la primera vez que se empezaba a construir un edificio desde la última planta hasta la planta baja. Estos dos edificios consisten dos núcleos

⁴ Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y modificaciones posteriores.

centrales de hormigón, donde en la parte superior sobresalen unas vigas perimetrales de 6 metros de canto que apoyan sobre los núcleos y donde de ellas cuelgan unos tirantes pretensados de hormigón que sujetan todas las plantas del edificio.

Mas allá del debate arquitectónico que se produce en la actualidad sobre su rehabilitación, de si el edificio debe conservar su aspecto original y, si el número de plantas debe de aumentar, el estudio de arquitectura Luis Vidal ha configurado el proyecto de rehabilitación como un edificio de consumo casi nulo, que tendrá certificación Well⁵ basada en la implementación de las mejores prácticas en diseño y construcción (Fig. 2.3). Para ello la fachada proyectada será de alta eficiencia y prestaciones, que ayudará a la mejora del comportamiento acústico y del aislamiento térmico. También los ascensores contarán con recuperadores de energía y sistema propio de nuevas instalaciones con cogeneración y trigeneración para poder generar energía térmica y eléctrica.



Figura 2.3 Torres de Colón una vez terminada la rehabilitación

Fuente: Plataforma Arquitectura

Existen otros edificios que se han rehabilitado y se ha actuado sobre todo en los sistemas activos manteniendo la estética arquitectónica y la forma primigenia del edificio. Un ejemplo de ello es el **edificio de los Cubos** (Fig. 2.4). Este se encuentra en ciudad lineal, en la conexión de la M-30 con la autovía de Barcelona A-2 y fue desarrollado por los arquitectos Michel Andrault, Pierre Parat, Aydin Guvan y Alain Capieau. Este edificio de arquitectura brutalista se construyó



Figura 2.4 Edificio los Cubos antes de la rehabilitación.

Fuente: Plataforma Arquitectura

⁵ International WELL Building Institute™ (IWBI™). La certificación WELL es un sistema de puntuación dinámico para edificios y comunidades que permite identificar, medir y monitorizar las características de los espacios construidos que impactan en la salud y el bienestar de los ocupantes.

durante los años 70 y supuso una revolución estética en la época. El edificio se concibe como un mecano, los cubos se introducen alrededor de seis grandes pilares que forma la estructura principal del edificio. Cuenta con 9 planta y 19.250m² de superficie, con espacios diáfanos y flexibles. El edificio tuvo un uso de oficinas durante su vida, aunque se fueron abandonando hasta el año 2015.



Figura 2.5 Edificios los cubos una vez terminada la rehabilitación

Fuente: Plataforma Arquitectura

En 2019 se realizó un proyecto para la mejora y remodelación de las oficinas por el estudio de arquitectura Chapman Taylor (Fig. 2.5). Actualmente las obras se encuentran en su fase final, permitiendo darle una segunda vida. Además de las mejoras que se han realizado transformación de la fachada en un muro cortina continuo, se ha realizado actuaciones en los sistemas de instalaciones térmicas y solares permitiendo una vez que la rehabilitación llegue a su fin obtener la certificación medioambiental LEED Gold “Core and Shell”.⁶

Estos edificios citados anteriormente se han producidos proyectos de rehabilitado y mejora de instalaciones entre otras cosas porque forman parte de los elementos arquitectónicos icónicos en la arquitectura de oficinas de Madrid. Además, se encuentran en localizaciones estratégicas por su emplazamiento, lo que conlleva a ser edificios interesantes para que las empresas realicen inversión en la rehabilitación.

No obstante, podemos encontrar muchos más ejemplos de edificios de oficina que no se han rehabilitado y que son grandes consumidores de recursos. Igualmente, estos edificios tienen especial interés para conocer como los arquitectos en los años 70 entendieron como debía ser un edificio de oficinas. Por lo tanto, la mayoría de ellos esperan una segunda vida. A continuación, se muestra los siguientes ejemplos;

⁶ U.S. Green Building Council. Certificación en excelencia en el diseño y construcción desde un punto de vista ambiental, que se extienden al ciclo operativo del edificio actuando en los sistemas de instalaciones, mecánico y eléctrico.

Las oficinas del **antiguo banco pastor** y hoy **sucursal del banco Santander** (Fig. 2.6). Se encuentra en zona céntrica de Madrid, calle Prim 23 con Plaza Recoletos 19, construido por los arquitectos José Antonio Corrales Gutiérrez, Rafael Olalquiaga Soriano, Gerardo Salvador Molezún, Ramón Vázquez Molezún entre el año 1975-1976. Este edificio tenía la dificultad de integrar la arquitectura contemporánea de oficinas de cristal en un entorno de arquitectura clásica donde predominaban, cornisas, falsas columnas, miradores. Durante el cambio de propietario no se realizaron reformas en las instalaciones, solamente nuevas distribuciones de espacios.



Figura 2.6. Banco Pastor.
Fotografiado en la década de los 80.

Fuente: Fondo documental archivo Arquia

Otro ejemplo paradigmático es la antigua **banca de Madrid**, actualmente Consejería de Justicia de la Comunidad de Madrid (Fig. 2.6). Este edificio se encuentra entre medianeras y tiene acceso por dos calles, Arlabán 8 y Carrera de San Jerónimo 13, construido por los arquitectos Antonio Bonet Castellana, José María Bosch Aymerich, Carlos García-San Miguel Fernández-Hermosa, Manuel Jaén Albaiteiro entre 1960-1964. El edificio se compone de una planta trapezoidal entre medianeras. En Sección predominan los juegos de dobles y triple altura. Su fachada de muro cortina continuo fue innovador en la época, aunque respetando las edificaciones y alineaciones colindantes



Figura 2.7 Banca de Madrid.
Fotografiado en la década de los 80.

Fuente: Fondo documental archivo Arquia

Además de estos dos ejemplos existen otros muchos edificios de uso administrativo, actualmente en uso, con similares sistemas pasivos y activos obsoletos.

Como es conocido, el parque edificado tiene una gran responsabilidad en el consumo energético y en las emisiones de CO₂. Según un artículo emitido en una nota de prensa de la Comisión Europea *“Europa las viviendas y oficinas son responsables de alrededor del 40% del consumo energético y del 36% de las emisiones de gases de efecto invernadero y solo el 1% de los edificios se someten a renovaciones energéticamente eficientes cada año”*⁷. En España, la antigüedad del parque de viviendas, el deficiente aislamiento térmico y la obsolescencia de las instalaciones de muchos edificios es tal que el Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético (IDAE) asegura que cualquier construcción anterior a 1980 es una auténtica *“depredadora de energía”*.⁸

Además de todo lo citado anteriormente hay que destacar otros datos que han llegado de manera inesperada y que ha acelerado la rehabilitación de estos edificios, contando también con las directivas europeas en materia de eficiencia energética.

La pandemia COVID-19 ha puesto el foco en los edificios, que han adquirido mucha importancia en nuestra vida diaria al mismo tiempo que se han descubierto sus debilidades. Por ello la comisión europea, como medida de activación de la economía ha publicado su estrategia para la rehabilitación y renovación de viviendas y oficinas, un plan llamado Renovation Wave⁹, con el que pretende renovar 35 millones de edificios y crear unos 160.000 empleos verdes adicionales en el sector de la construcción invirtiendo un valor de ayudas por 91.000 millones anuales. De este modo se obtiene dos beneficios. los edificios se actualizan a las normativas europeas y además se crea empleo.

En su texto la Comisión Europea traslada su punto de vista *“Debemos aprender las lecciones de 2008. Esta vez debemos estar mejor preparados y construir un plan de recuperación que lleve las actuaciones nacionales hacia una industria europea que pueda liderar la energía y la movilidad limpias, la industria verde y la digitalización”*.



Figura 2.8 Viviendas analizadas con termografía. El cuarto edificio por la izquierda, de color azul, ha sido rehabilitado energéticamente y no tiene fugas de calor.

Fuente: Foto de Sam Macafee

⁷ Comisión Europea, “La eficiencia energética de los edificios”, Nota de prensa, Bruselas, 17 de febrero de 2020

⁸ IIAA.VV., “Guía práctica de la energía para la rehabilitación de edificios. Instituto de ahorro y diversificación de energía, Madrid, 09 de marzo de 2020

⁹ Comisión Europea Nota de Prensa, “Renovation Wave Strategy” Nota de prensa, 14 de Octubre del 2020

2.2 MARCO NORMATIVO

2.2.1 PLANES DE POLÍTICA ENERGÉTICA

Los orígenes de las políticas de planificación energética en España, han evolucionado en el tiempo desde su inicio con los Planes Energéticos, cuyo objetivo era fijar un programa de obligado cumplimiento de todas las inversiones que habían de realizarse en el sector energético en un plazo determinado. Estos planes son los siguientes;

Estrategia Española de Ahorro y Eficiencia Energética (E4) 2004- 2012. Aprobada por el Gobierno el 28 de noviembre de 2003. Establece los potenciales de ahorro y las medidas que se deben llevar a cabo con el objeto de mejorar la intensidad energética de nuestra economía e inducir un cambio de convergencia hacia los compromisos internacionales en materia de medio ambiente. Sobre esta Estrategia se concentraron los Planes de Acción PAE4 y PAE4+.

Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética (PAE4+) 2008- 2012. Aprobado el 20 de julio de 2007. Recoge la experiencia de los tres años de gestión del anterior Plan de Acción PAE4, y establece medidas concretas para siete sectores desagregados (industria, transporte, edificación, servicios públicos, residencial, agricultura y transformación de energía), focalizando su aplicación en los denominados sectores difusos (transporte y residencial)

Plan de Energías Renovables 2011-2020. Aprobado por Acuerdo del Consejo de ministros de 11 de noviembre de 2011, estableciendo objetivos acordes con la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009. Constituye la principal referencia del sector de las energías renovables en España. Establece que el 20.8% del consumo de energía primaria para el año 2020 sea abastecido por energías renovables, además del objetivo del 15.8% de ahorro de energía final en el mismo año

Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030. Aprobada por Acuerdo del Consejo de ministros de 16 de marzo de 2021 Siguiendo el camino hacia esa transición en las energías renovables, entre los objetivos planteados se establecen la reducción de emisiones, incrementar el uso de energías renovables, y una mejora en la eficiencia energética.

- Uno de los más importantes es alcanzar un 32% de energía renovable frente al consumo total de energía
- Reducir las emisiones un 40% respecto a 1990
- Mejorar un 32,5% la eficiencia energética

- Alcanzar una interconexión eléctrica entre los Estados miembros de un 15%

2.2.2 MARCO NORMATIVO EUROPEO

Las Directivas europeas de Eficiencia Energética de Edificios y la de Eficiencia Energética se justifican principalmente por dos motivos:

- La reducción de la factura de las importaciones de gas y petróleo.
- Las reducciones de emisiones de CO₂

Estas externalidades constituyen, a su vez, oportunidades de reactivación económica. Los fondos europeos para el periodo de 2014 a 2020 considera la eficiencia energética como una de sus principales prioridades y los planes de innovación energética en las ciudades como una de las grandes áreas de inversión.

DIRECTIVA 2010/31/CE relativa a la eficiencia energética de los edificios

La Directiva 2010/31/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios, que deroga la Directiva 2002/91/CE, tiene por objeto promover la eficiencia energética de los edificios o de las unidades del edificio.

La Directiva establecía la obligación de adoptar, a nivel nacional o regional por parte de los Estados miembros una metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios teniendo en cuenta aspectos como:

- Las características térmicas del edificio.
- Instalación de calefacción y de agua caliente.
- Instalaciones de aire acondicionado.
- Instalación de iluminación incorporada.
- Condiciones ambientales interiores.

Así mismo, los Estados miembros tienen la obligación de establecer requisitos mínimos en materia de eficiencia energética para alcanzar niveles óptimos en términos de costes.

Uno de los principales objetivos de la Directiva es llegar a edificios de consumo de energía casi nulo. A partir del 31 de diciembre de 2020, todos los edificios nuevos deben tener un consumo de energía casi nulo y para los edificios nuevos y que sean propiedad de autoridades públicas la fecha se adelantó al pasado 31 de diciembre de 2018.

DIRECTIVA 2018/844/UE relativa a la eficiencia energética.

La Directiva 2018/844/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética y la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética considera lo siguiente:

- La Unión Europea se compromete a establecer un sistema sostenible, competitivo, seguro y descarbonizado. La Unión de la Energía y el Marco de Actuación en Materia de Clima y Energía establecen hasta el 2030 compromiso para seguir reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero (al menos un 40% de aquí a 2030, en comparación con 1990), aumentar la proporción de energía renovable consumida y conseguir un ahorro energético considerable a escala de la Unión, así como mejorar la seguridad energética, la competitividad y la sostenibilidad en Europa.
- La Unión Europea se ha comprometido a establecer un sistema energético sostenible, competitivo y descarbonizado de aquí a 2050. Para alcanzar ese objetivo, los Estados miembros y los inversores necesitan medidas destinadas a alcanzar el objetivo a largo plazo de emisiones de gases de efecto invernadero y a descarbonizar el parque inmobiliario, que es responsable de aproximadamente el 36% de todas las emisiones de CO₂ de la Unión, de aquí a 2050. Los Estados miembros deben buscar un equilibrio rentable entre descarbonizar el suministro de energía y reducir el consumo final de energía de los edificios.
- Es importante garantizar que las medidas para mejorar la eficiencia energética de los edificios no se centren únicamente en la envolvente del edificio, sino que incluyan todos los elementos pertinentes y los sistemas técnicos de un edificio, como los elementos activos que forman parte de las técnicas a reducir las necesidades energéticas para calefacción o refrigeración, el uso de energía para iluminación y ventilación y, por tanto, mejoran el confort térmico y visual.
- Las soluciones de tipo natural, como una vegetación urbana bien diseñada, tejados verdes y muros que aportan aislamiento y sombra a los edificios, contribuyen a reducir la demanda de energía limitando la necesidad de calefacción y refrigeración y mejorando la eficiencia energética de los edificios.

2.2.3 MARCO NORMATIVA ESPAÑOL

Las normativas, planes de fomento y estrategias más relevantes relativas al ahorro energético a nivel estatal son:

El Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el código técnico de la edificación (CTE). Este real decreto establece el marco normativo que fija las exigencias básicas de calidad de los edificios y sus instalaciones, que permiten el cumplimiento de los requisitos básicos de la edificación establecidos en la ley 38/1999 de 5 de noviembre, de ordenación de la edificación, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente. Además, constituye la primera norma europea que obliga a incorporar energías renovables de origen solar en las edificaciones.

El Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción, o aquellos edificios antiguos sometidos a grandes reformas, modificaciones o rehabilitaciones. La certificación energética de edificios nos permite:

- Dar a conocer al usuario las características energéticas del edificio.
- Mejorar la eficiencia energética.
- Rentabilizar costes

El Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación energética de los edificios y que sustituye al Real Decreto mencionado anteriormente. Establece la obligación de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética que deberá incluir información objetiva sobre la eficiencia energética del edificio.

Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que actualiza el documento básico DB-HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de Marzo.

El Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

El Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). Constituye el marco normativo básico en el que se regulan las exigencias de eficiencia energética y de seguridad que deben cumplir las instalaciones térmicas (aparatos de calefacción, climatización y agua

caliente sanitaria) en los edificios para atender la demanda de bienestar e higiene de las personas.

Las mayores exigencias en eficiencia energética que establece el RITE, se concentran en:

- Mayor rendimiento energético en los equipos de generación de calor y frío, así como los destinados al movimiento y transporte de fluidos.
- Mejor aislamiento en los equipos y conducciones de los fluidos térmicos.
- Mejor regulación y control para mantener las condiciones de diseño previstas en los locales climatizados.
- Utilización de energías renovables disponibles, en especial la energía solar y la biomasa.
- Incorporación de subsistemas de recuperación de energía y el aprovechamiento de energías residuales.
- Sistemas obligatorios de contabilización de consumo en el caso de instalaciones colectivas.
- Desaparición gradual de combustibles sólidos más contaminantes.
- Desaparición gradual de equipos generadores menos eficientes.

El Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, en el que se modifica el RITE. Con dicha modificación se busca conseguir un mayor ahorro energético al regular las condiciones de temperatura de grandes superficies y edificios públicos con afluencia habitual de un número elevado de personas, a través de modificaciones. Entre las modificaciones introducidas:

- La limitación de las condiciones de temperatura en el interior de los establecimientos habituales que estén acondicionados dentro de los edificios y locales destinados a los siguientes usos: administrativo, comercial (tiendas, supermercados, grandes almacenes, centros comerciales y similares) y pública concurrencia.
- Valores límite de las temperaturas del aire para dichos edificios y locales. Se limita a 21°C la temperatura del aire en los recintos calefactados y establece que dicha temperatura no será inferior a 16°C. Además, los valores de humedad relativa deben estar comprendidos entre el 30% y el 70%.

- Se establece que los edificios y locales con acceso desde la calle dispondrán de un sistema de cierre de puertas adecuado.

El Real Decreto 2238/2013, de 5 de abril. Es la última actualización del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). Entre las modificaciones realizadas cabe destacar: - En su articulado se ha modificado la definición de reforma y se han ampliado los requisitos de las inspecciones de eficiencia energética.

- Se ha modificado la clasificación de la categoría de aire exterior y consecuentemente los niveles de filtración.
- Se han aumentado las exigencias de los niveles de aislamiento de la red de distribución.
- Se han actualizado las operaciones de mantenimiento preventivo y su periodicidad.

El Real Decreto 390/2021, de 1 de junio, que regula el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética (CEE) de los edificios, entra en vigor.

El decreto actualiza la normativa de 2013, deroga el RD 235/2013 y, entre los cambios que incorpora, recoge las siguientes propuestas de mejora, planteadas por el CSCAE en el seno de la Comisión Asesora de la Secretaría de Estado de Energía:

- Se mantiene la figura de técnico competente en virtud de las disposiciones de la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE).
- Se amplían los usos. Además de para los edificios de carácter residencial, el CEE será imprescindible para la mayoría de usos, siempre y cuando la superficie supere los 500 metros cuadrados.
- Todo certificado de eficiencia energética requiere, al menos, de una visita al edificio por parte del técnico competente en los tres meses anteriores a la emisión del CEE.
- La certificación es obligatoria en el momento en el que el inmueble sale al mercado, tanto si se trata de compraventa como en alquiler.

2.3 MARCO TEÓRICO

En este trabajo fin de grado se ha utilizado una serie de normativa en la que se fija como se deben realizar el cálculo de las cargas térmicas y como se debe calcular la eficiencia energética.

CARGAS TÉRMICAS

El cálculo de carga térmica del modelo se ha realizado según el Método de las Series Temporales Radiantes (RTSM), propuesto por ASHRAE.

El método considera cada aporte de energía de forma independiente para estimar, finalmente, la cantidad de energía aportada al aire del recinto como suma de todos ellos. Dichos aportes, o ganancias de calor, se separan en su parte convectiva y su parte radiante. La energía de la parte convectiva de las ganancias de calor se transmite directamente al aire del recinto, por lo que se considera directamente como carga térmica. Sin embargo, no ocurre así con la energía de la parte radiante, ya que no se transmite directamente al aire, sino que sufre una transformación y un retraso relacionados con la interacción de la propia radiación con las diferentes superficies del recinto.

Para ello se ha utilizado un programa con el que se puede realizar este cálculo, (RTSM). Además, cuenta con una gran experiencia y prestigio en la realización de grandes proyectos. Este programa es CYPETHERM LOADS versión 2021 (Fig 2.9). Según el manual del programa de cálculo CYPETHERM LOADS se expone;

“El Método de las Series Temporales Radiantes (RTSM) propuesto y recomendado por la American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers (ASHRAE) para el cálculo de las cargas térmicas de refrigeración y detallado en su Load Calculation Applications Manual de 2010, es el método más utilizado para la estimación de las cargas térmicas. Al ser un método de cálculo que separa las aportaciones de cada contribución, facilita el análisis y la comprensión de los resultados por parte del proyectista, lo que, unido a su precisión, rapidez y pocas exigencias computacionales, lo convierte en un método perfecto para mejorar el diseño del edificio de una forma rápida e intuitiva.”

EFICIENCIA ENERGÉTICA

Para la determinación de la eficiencia energética se ha utilizado el programa CYPETHERM HE Plus.

Hay que destacar que, para el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, ya aprueba el uso de este software desde el año 2018 y así lo cita en su página web;



Figura 2.9 Icono del programa CYPETHERM LOADS.

Fuente: Página Oficial CYPE

“A partir del 14 de enero de 2016 sólo serán admitidos por los Registros de las Comunidades Autónomas los certificados de eficiencia energética realizados con la última versión actualizada de la Herramienta unificada LIDER-CALENER (HULC), del CE3, del CE3X o del CERMA.

Asimismo, a partir del 5 de julio de 2018 serán admitidos por los Registros de las Comunidades Autónomas los certificados de eficiencia energética realizados con la última versión actualizada de CYPETHERM HE Plus, SG SAVE y del Complemento CE3X para edificios nuevos”

Con este programa podemos obtener la certificación energética de la siguiente tipología edificatoria.

- Edificios de viviendas unifamiliares.
- Edificios de viviendas en bloque.
- Viviendas individuales pertenecientes a edificios en bloque.
- Edificios terciarios.



Figura 2.10 Icono del programa CYPETHERM HE Plus.

Fuente: Página Oficial CYPE

CYPETHERM HE Plus ofrece la posibilidad de justificar el cumplimiento del CTE DB HE1 Limitación de la demanda energética, del CTE DB HE0 Limitación del consumo energético y del CTE DB HE 4 Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria para cualquier tipo de proyecto. (Fig. 2.10). Según el manual del programa de cálculo CYPE Therm HE plus se expone;

“CYPETHERM HE Plus ofrece la posibilidad de justificar el cumplimiento del CTE DB HE1 Limitación de la demanda energética, del CTE DB HE0 Limitación del consumo energético y del CTE DB HE 4 Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria para cualquier tipo de proyecto.”

“Para ello y de acuerdo a lo establecido en el CTE DB HE y en el documento reconocido "Condiciones técnicas de los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios" realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo zonal del edificio con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus™ (uno de los motores de cálculo dinámico más potentes, utilizados y reconocidos de la actualidad), en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada, la energía final

consumida, y la energía primaria equivalente, desglosando el consumo energético por sistema de aporte y vector energético utilizado.”

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO PRINCIPAL

El objetivo general de este Trabajo Fin de Grado es contribuir a la mejora de la eficiencia energética y la descarbonización del amplio parque de edificios de uso administrativo (oficinas) construidos antes de la aplicación del Código Técnico de la Edificación (2006), y que están situados en un clima continental. Bajo este propósito, la investigación se centra en la rehabilitación energética de estos edificios terciarios actuando **tanto en sus sistemas pasivos como activos**.

3.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

Entre los objetivos específicos podemos destacar:

- Seleccionar un caso de estudio construido que sea representativo del extenso parque de edificios de oficinas construidos en Madrid (clima continental, zona climática C3) para analizar sus condiciones energéticas actuales.
- Determinar el impacto de las cargas térmicas cuando se actúa sobre el sistema de instalaciones de alumbrado y en sistemas de la fachada.
- A partir de las condiciones del estado actual realizar una propuesta de rehabilitación energética del caso de estudio estableciendo diferentes hipótesis de actuación sobre sus sistemas pasivos como activos
- Proponer la aplicación de diferentes medidas de mejora de los sistemas activos (sistemas de climatización, ventilación y producción de ACS) para determinar el margen de mejora.
- Conocer el potencial de mejora de la calificación energética del caso de estudio a partir de la aplicación de las diferentes hipótesis de mejora, tanto activas como pasivas.
- Determinar el porcentaje de emisiones de co2 en relación con los sistemas activos y pasivos.

4 METODOLOGÍA

Con el fin de perseguir lo objetivos citados anteriormente se ha empleado la siguiente metodología.

1. **Fase 1. Elección de la tipología representativa:** Selección del caso de estudio: edificio de oficinas construido en el periodo anterior la aplicación del CTE (2006) y que está localizado en clima continental (Madrid, zona C3) y que sea representativo del parque de edificios de oficinas. En esta etapa se recopilará la información planimétrica, fotográfica y fichas técnicas necesarias.
2. **Fase 2. Análisis y caracterización de la muestra:** Analizar las condiciones actuales del caso de estudio caracterizando sus sistemas pasivos como activos, así como sus condiciones operativas. Para ello se realizará una visita in situ al edificio objeto de estudio y se actualizará y completará la documentación técnica del inmueble.
3. **Fase 3. Estudio de las cargas térmicas de la muestra:** Elaboración de un modelo de simulación en 3D, que nos permita conocer las cargas y solicitaciones térmicas en el estado actual. Para ello se utilizará el software CYPETHERM LOADS versión 2021 de CYPE Ingenieros.
4. **Fase 4. Análisis de las cagas térmicas de la muestra:** Análisis comparativo entre la potencia térmica de los sistemas actuales y su correspondencia con las solicitaciones térmicas determinadas en la fase anterior.
5. **Fase 5. Modelo energético de la muestra:** Elaboración de un modelo energético global para determinar la calificación energética del caso de estudio tanto en su estado actual. Para ello se utilizará la herramienta CYPETHERM HE PLUS versión 2021 de CYPE Ingenieros.
6. **Fase 6. Planteamiento de las diferentes hipótesis:** A partir de los resultados de las etapas anteriores, realizar una propuesta de diferentes medidas activas y pasivas para mejorar el comportamiento energético y reducir el consumo energético del caso de estudio. Las hipótesis que se plantearán serán las siguientes;
7. **Fase 7. Análisis de resultados y balances energéticos:** Determinar la mejora en calificación energética de las diferentes hipótesis con el caso de estudio a partir de la implementación de las diferentes medidas pasivas y activas para evaluar su efectividad parcial y conjunta de cara a optimizar el comportamiento energético del edificio.

4.1 FASE 1. ELECCIÓN DE LA TIPOLOGÍA REPRESENTATIVA.

Desde un primer momento se buscó una temática de trabajo fin de grado que tuviese un impacto en el ejercicio profesional y permitiese dar respuestas a los diversos temas de actualidad relacionados con el cambio climático.

Tras la lectura de varios periódicos digitales sobre las tendencias de la arquitectura a resolver el problema energético, análisis de las actualizaciones de las normativas vigente en cuanto a eficiencia energética y formación extraordinaria sobre las instalaciones, despertó en mi la necesidad de plantear un trabajo que aportase valor y diera respuesta los diferentes interrogantes de cómo podemos hacer eficiente el parque existente.

Por ello me centré en estos temas y especialmente en el uso oficinas, que son las grandes olvidadas cuando se habla de la rehabilitación energética. El primer paso fue buscar en España cual era la demanda real de oficinas y como se encontraba el parque edificado. Sin duda, no supuso mucho esfuerzo verificar que la ciudad idónea para realizar esta investigación era la ciudad de Madrid.

En cuanto al título “optimización energética de un edificio terciario en clima continental. oficinas en Madrid” el clima viene dado porque el mayor parque edificado de oficinas con cierta antigüedad se encuentra en Madrid.

Se comienza analizando las tipologías de oficinas en Madrid y se detectan que la mayoría de ellas tienen unas series de características que las hacen similares, tal y como se citaron anteriormente, que tiene grandes superficies acristaladas en fachada, espacios diáfanos, instalaciones obsoletas, edificados durante los años 70-80.

Para la búsqueda de la propuesta se consultó al colegio de arquitectos de Madrid, tal y como se describe en el apartado 5.1 Elección del caso de estudio.

4.2 FASE 2. ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA.

Para el análisis de la muestra primero se revisaron la información proporcionada por la propiedad del edificio, que incluía el proyecto básico y el proyecto de ejecución. Una vez escaneados los planos del proyecto de ejecución se comenzaron a analizar y se pasaron a formato AutoCAD redibujando los planos de distribución que son los necesarios para poder realizar un modelado BIM en el que permitiese su estudio completo. Este trabajo permitió conocer el edificio desde sus cimientos hasta su cubierta.

Una vez completado este paso, se concertaron dos visitas en las que en la primera de ellas que se realizó el día 27 de noviembre de 2020 se conoció el edificio en general y

en la segunda de ella realizada el día 20 de marzo de 2021 se comprobó que no había surgido cambios en las instalaciones respecto al proyecto de ejecución. El horario de las visitas fue de 6:30 a 8:00 pues la política de la empresa durante ese momento era seguir las instrucciones sanitarias y evitar el contacto externo de personas con los empleados de la oficina.

Una vez realizado los planos en AutoCAD se realizó el modelado en Revit (Fig. 4.1).

El proceso se realiza y resume de la siguiente manera

- Se importan los planos de AutoCAD.
- Se crean familias de los diferentes elementos constructivos y se dibuja
- Se crean recintos que son los diferentes espacios dentro de la envolvente térmica, en los que podrá darle una serie de características.

Una vez realizado este paso de modelado, se exporta el archivo en formato IFC¹⁰ con el fin de integrarlo de nuestro motor de cálculo CYPE¹¹



Figura 4.1 Modelado en Revit.

¹⁰ El IFC (Industry Foundation Classes) es un particular formato de datos que permite el intercambio de un modelo informativo sin pérdida o distorsión de datos o informaciones.

¹¹ Empresa que desarrolla y comercializa software técnico para los profesionales de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción.

El programa de CYPE se integra por una serie de programas específicos para cálculo o desarrollo de proyectos de arquitectura. En este caso los que utilizaremos será CYPE Architecture, CYPETHERM Loads, CYPETHERM HE Plus.

La incorporación en programa CYPE se realiza a través de una plataforma de colaboración llamada BIMserver.center, que sirve para hacer comunicación directa entre usuarios y aplicaciones que participan en un proyecto desarrollado mediante el flujo de trabajo Open BIM.

Mediante la tecnología Open BIM es posible implantar un flujo de trabajo colaborativo, multidisciplinar y multiusuario que permite el desarrollo de proyectos de forma abierta, coordinada y simultánea entre los distintos técnicos o agentes intervinientes.



Figura 4.2 Entorno de trabajo Open BIM.

Una vez introducido el edificio en esta plataforma virtual es posible trabajar sobre diferentes aspectos, instalaciones, estructuras, mediciones de forma paralela a través de las aplicaciones desarrolladas por CYPE.

Antes de actuar sobre los programas de cálculo de cargas y de calificación energética, se comprueba, con el programa CYPE Architecture¹² que el modelo analítico es correcto y no tiene errores, ya que la novedad del programa ocasiona que surjan algunos errores. Además, a través de este programa se metió las sombras de los edificios colindantes.

¹² Programa de modelado arquitectónico 3D, diseñado específicamente para la colaboración multidisciplinar

4.3 FASE 3. ESTUDIO DE LAS CARGAS TÉRMICAS DE LA MUESTRA

Para la determinación de las cargas térmicas se ha utilizado el programa de cálculo CYPETHERM LOAD versión 2021.

El proceso consiste en los siguientes puntos.

1. Definir las características de los recintos (Fig. 4.3). Los recintos son los espacios del edificio que se encuentra dentro de la envolvente térmica y en los que se debe definir;

- Clasificación del recinto: Habitable/ No Habitable
- Condiciones de diseño de temperatura y humedad en modo refrigeración y calefacción.
- Ventilación e Infiltraciones
- Ganancias internas de calor definidas por ocupación, iluminación, equipamiento interno y otras cargas.

En el apartado de caso de estudio se incorpora la información que se ha introducido en el programa y que ha sido obtenida del proyecto de ejecución.

2. Definir las características de la envolvente. La envolvente térmica del edificio se compone de todos los cerramientos que limitan espacios habitables y el ambiente exterior, ya sea aire, terreno u otro edificio, y por las particiones interiores que separan

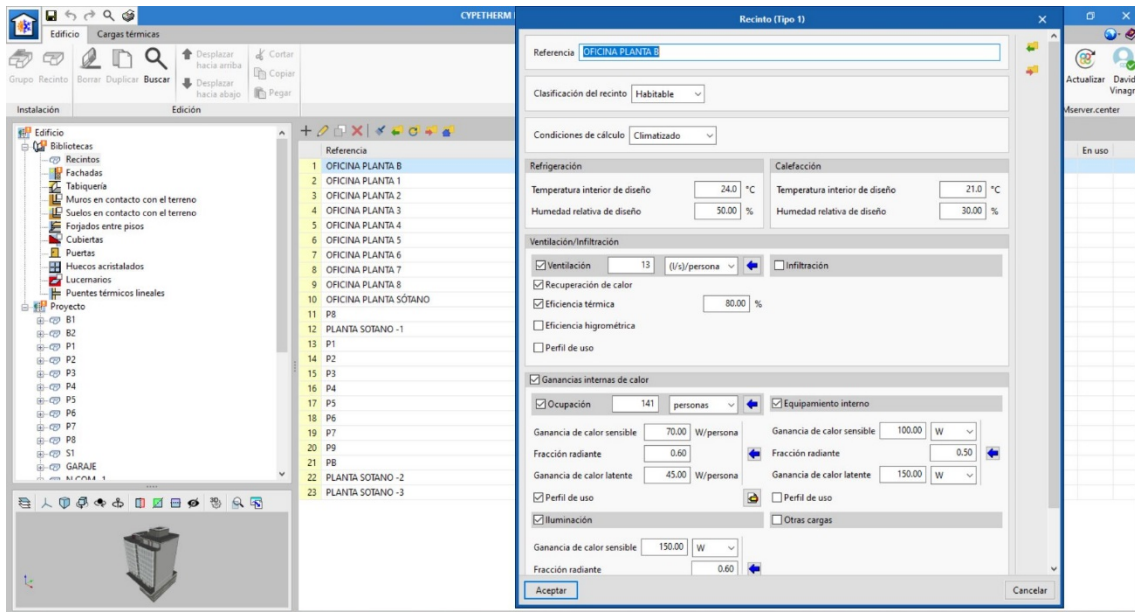


Figura 4.3 Introducción de parámetros de los recintos.

espacios habitables de los no habitables que también limiten con el exterior. Se definen para este proyecto

- Fachadas
- Particiones
- Muros en contacto con el terreno
- Forjados
- Cubierta

Los parámetros se pueden introducir mediante tres formas. La primera opción, de forma simplificada, introduciendo solamente la transmitancia térmica del muro y su espesor, la segunda opción, material por material del catálogo de materiales del o la tercera opción, a partir de la biblioteca de elementos constructivos del CTE (Fig. 4.4).

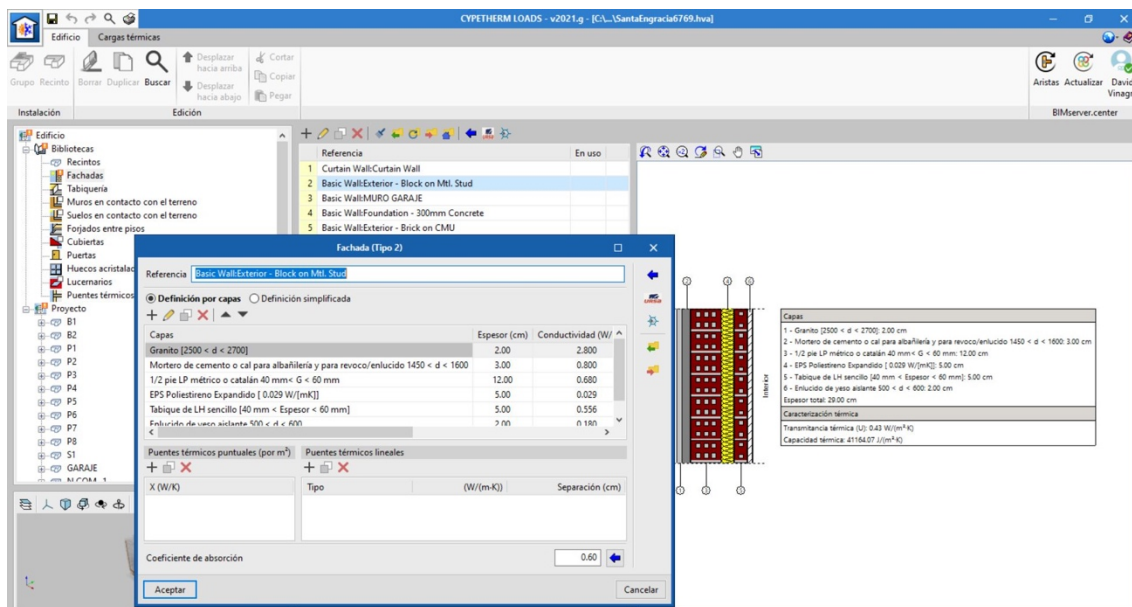


Figura 4.4 Introducción de parámetros de la envolvente térmica.

Además, hay que introducir los parámetros de

- Puertas
- Huecos Acristalados

En ellos se introducen parámetros como la transmitancia térmica, fracción de vidrio, fracción opaca, sombreado exterior e interior (Fig. 4.5).

En el apartado de caso de estudio se incorpora la información que se ha introducido en el programa y que ha sido obtenida del proyecto de ejecución.

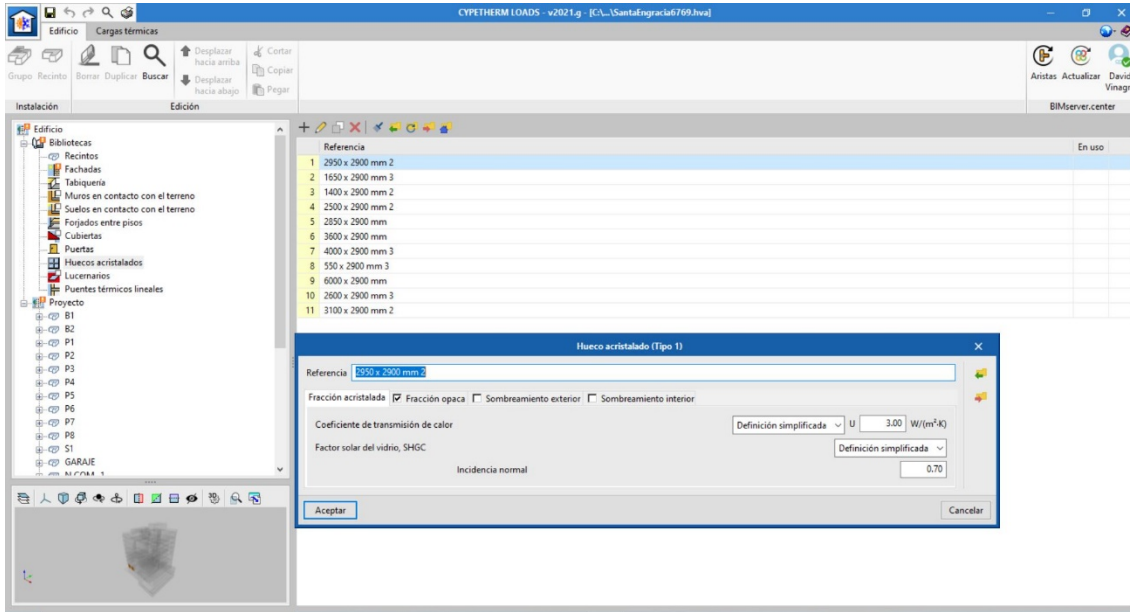


Figura 4.5 Introducción de parámetros de los huecos acristalados.

Una vez introducido los datos característicos del edificio, se introduce los datos de caracterización del lugar, el emplazamiento, que sirve para calcular cargas externas del edificio según las condiciones climatológicas de la zona de trabajo (Fig. 4.6) Estas se realizan a través de un motor de búsqueda llamado *weather data viewer* de AHRAE¹³

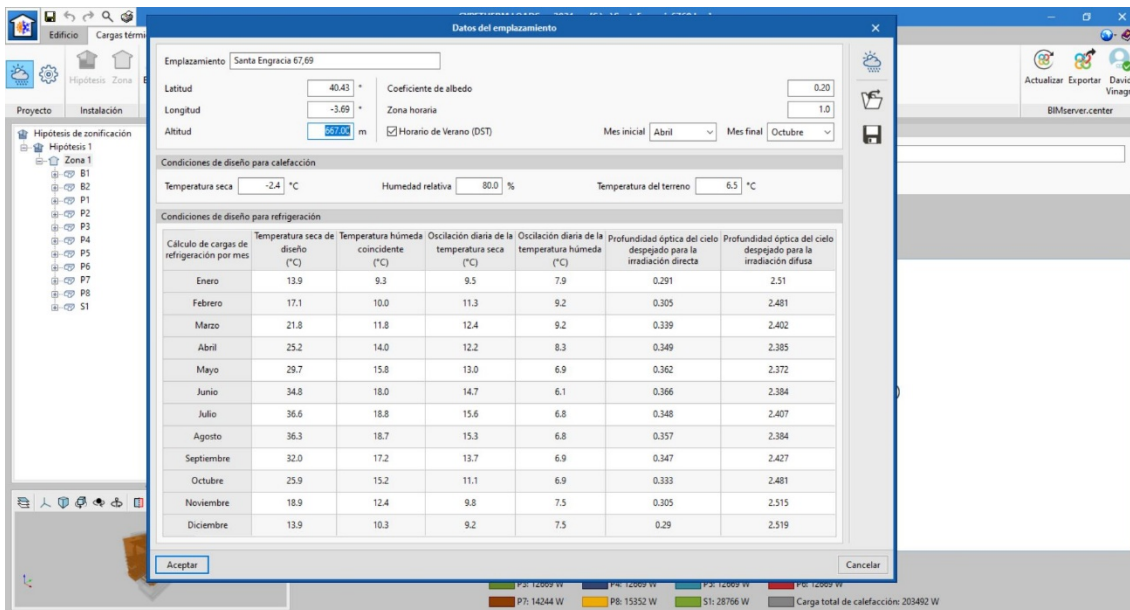


Figura 4.6 Introducción de parámetros de las condiciones exteriores.

¹³ Asociación profesional que buscan avanzar en el campo calefacción, ventilación, aire acondicionado y refrigeración (HVAC & R) el cuanto al diseño y la construcción de sistemas.

Por último, se puede seleccionar en las opciones de cálculo porque método calculamos las cargas y si hacemos una mayoración de ellas. El método de cálculo ha sido el de serie temporales radiantes definido en el marco teórico de este trabajo fin de grado. También se ha mayorado cargas en calefacción y refrigeración tal y como se muestra en la Fig.4.7.

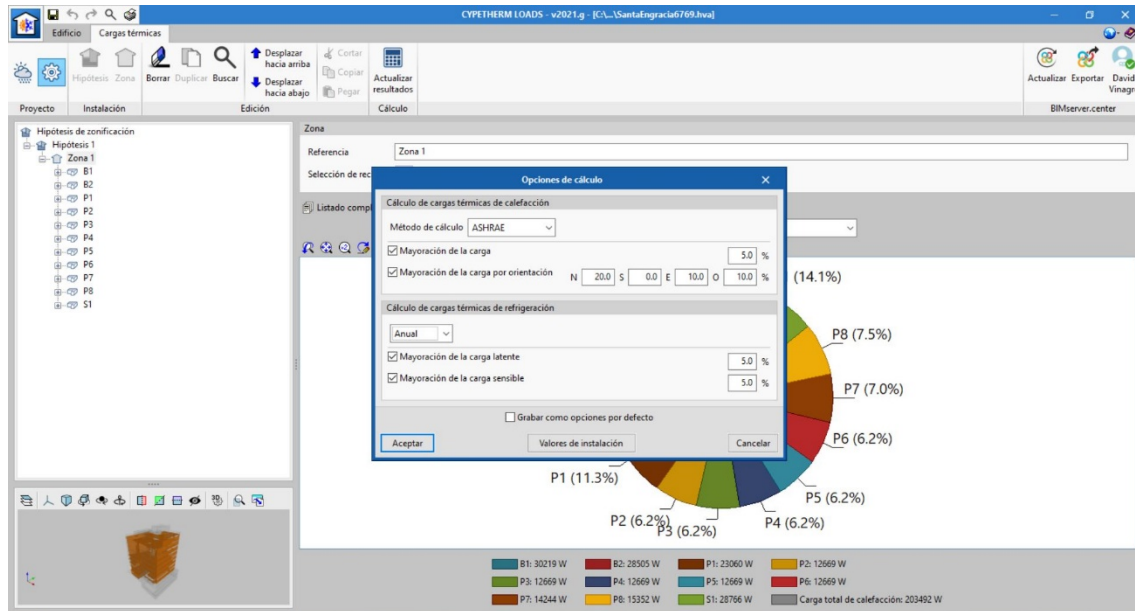


Figura 4.7 Introducción de opciones de cálculo.

Al introducir todos estos datos citados anteriormente el se crea una hipótesis de carga en el que programa realiza un cálculo exhaustivo de las cargas térmicas que se dan en el edificio a lo largo de los meses.

4.4 FASE 4. ANÁLISIS DE LAS CARGAS TÉRMICAS DE LA MUESTRA

Con los resultados obtenidos en el apartado anterior podemos comprobar cual es la carga térmica del edificio total de refrigeración y calefacción y comparar con las unidades de producción de nuestro sistema de instalaciones existente, si se encuentra por debajo de esos rangos de carga térmica o si se encuentra sobredimensionado.

Este análisis nos permitirá seleccionar equipos de climatización de acorde a la carga térmica real, una vez se realicen las distintas hipótesis simples y compuestas.

4.5 FASE 5. MODELO ENERGÉTICO DE LA MUESTRA

Para la determinación de eficiencia energética se ha utilizado el programa de cálculo CYPETHERM HE plus versión 2021.

En este programa se introducen de nuevo los elementos característicos del edificio para la determinación de las cargas, que se realiza de la misma forma citada anteriormente, es decir, introduciendo datos de la envolvente térmica y las características de cada recinto.

La diferencia del este programa reside en que en este se introduce los sistemas activos del edificio, es decir, las instalaciones de climatización, calefacción, ventilación y producción de ACS.

En primer lugar, se introduce los parámetros generales, tipología de edificio que se quiere calificar y además en este apartado se designa la demanda diaria del edificio en ACS (Fig. 4.8).

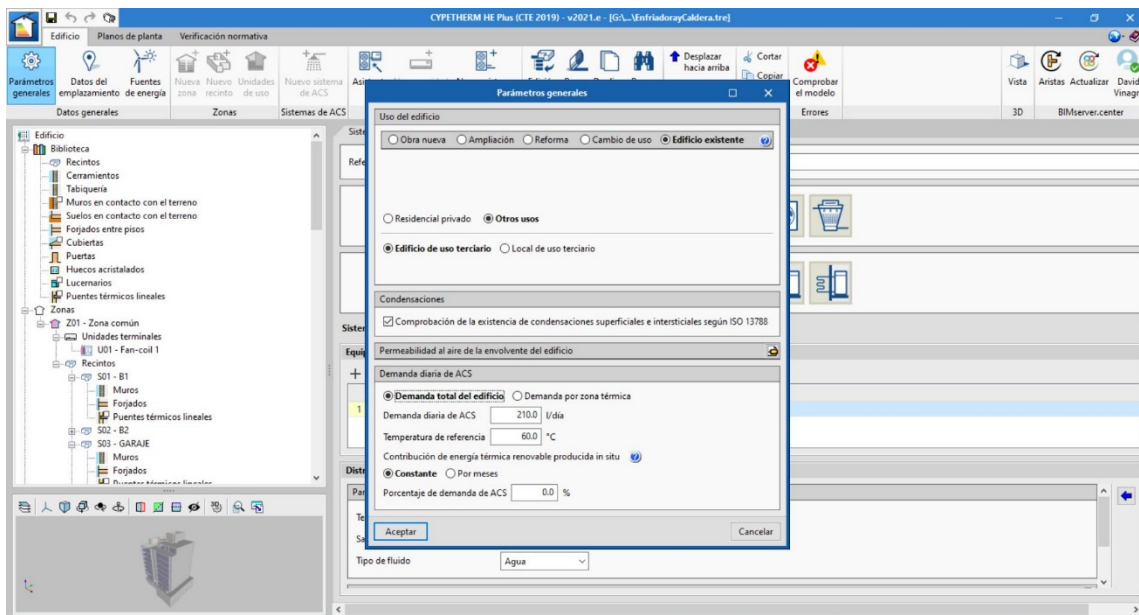


Figura 4.8 Introducción de parámetros generales.

En segundo lugar, se definen los sistemas de instalaciones del edificio. Por un lado, se introducen las unidades terminales y por otro lado los sistemas de climatización

En relación a las unidades terminales (dentro de cada Zona): son los equipos que se encuentran en los recintos y que entran en contacto con el aire de los mismos. Se pueden seleccionar, fancoil, suelo radiante o radiadores (Fig. 4.9). Debemos seleccionar que sistema los alimenta cuando vinculemos las unidades de producción

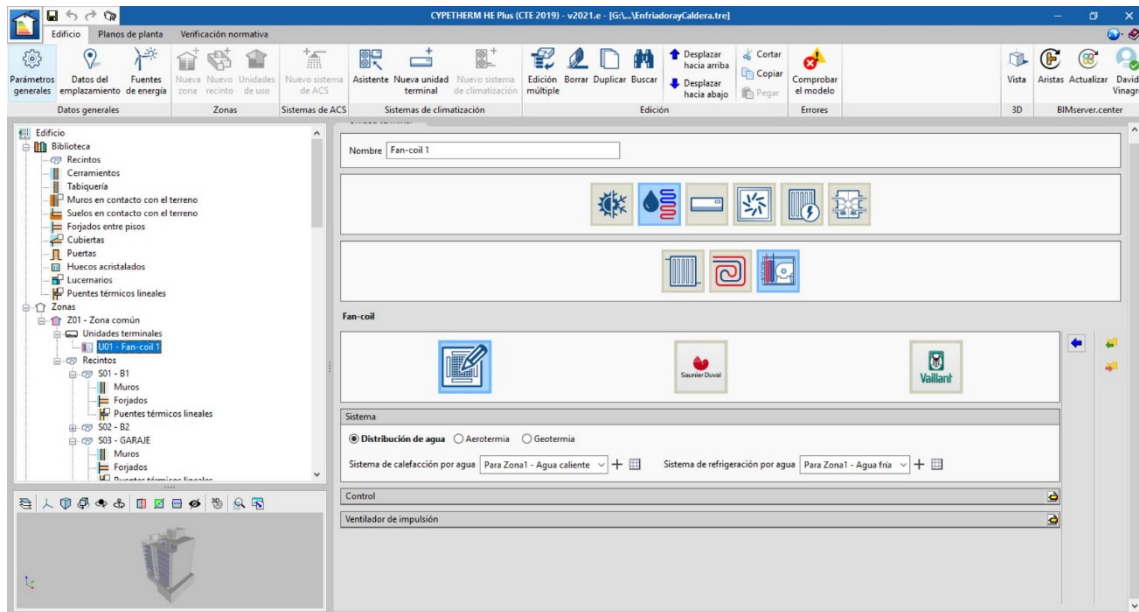


Figura 4.9 Introducción de las unidades terminales.

En relación con los sistemas de climatización: son los equipos de producción y las unidades climatizadoras centralizados que sirven a las unidades terminales o a otros sistemas de climatización. También se definen las características relevantes de la red de distribución del fluido de trabajo. Se puede seleccionar una caldera, sistema hidrónico o de expansión directa. Se introducen todas las series de parámetros que podemos encontrar en una ficha técnica, potencia, ventiladores, salto térmico, etc. (Fig. 4.10).

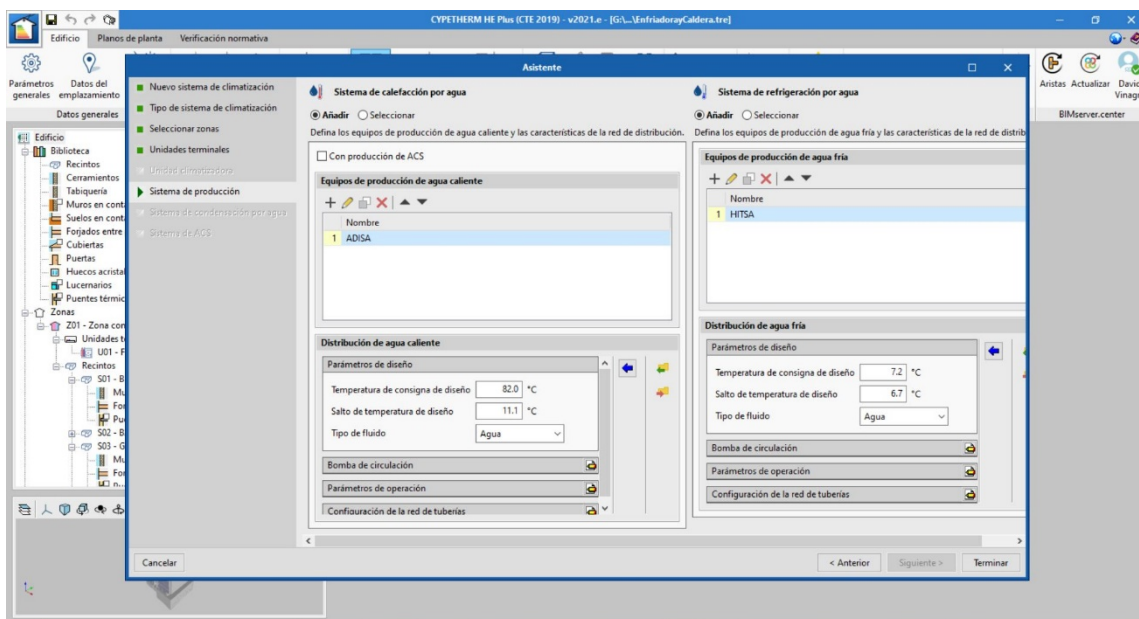


Figura 4.10 Introducción de las unidades de producción.

Se incluye la posibilidad de definir cualquier tipo de sistema de climatización, conociendo su rendimiento medio estacional de producción de frío y/o calor y el tipo de energía que consume, a través de la unidad terminal de tipo Equipo de rendimiento constante. Esto permite introducir los sistemas de climatización planteados en las hipótesis (Fig. 4.11).

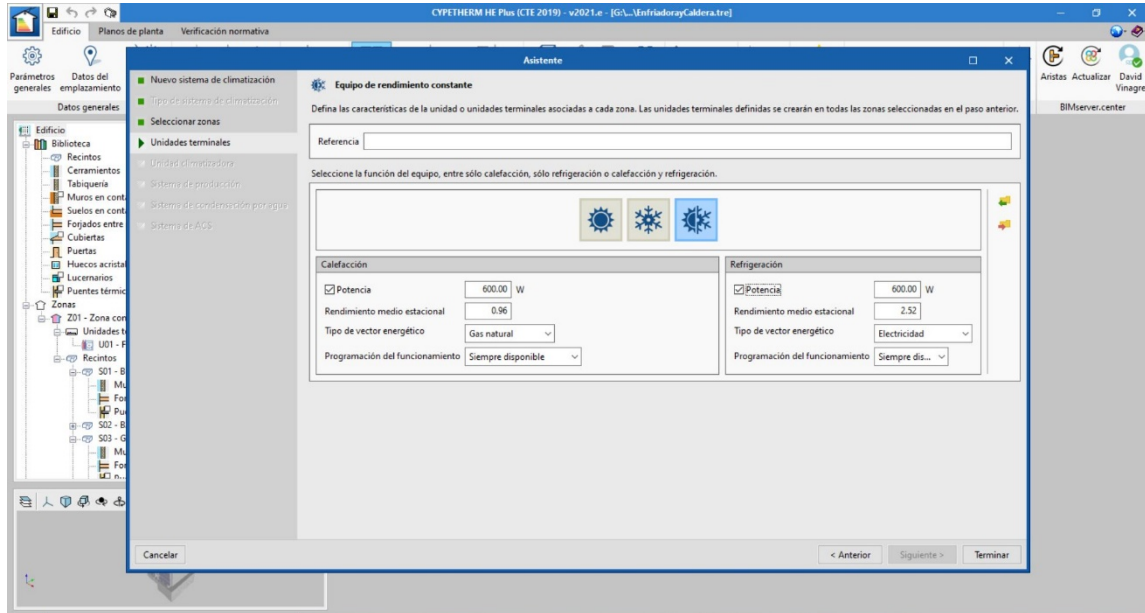


Figura 4.11 Introducción de las unidades terminales para equipos de rendimiento constante.

También hay que introducir los sistemas de ventilación, natural, mecánica o través del sistema de climatización. En nuestro caso seleccionamos a través del sistema de climatización este último, indicamos el caudal de unidad de tratamiento de aire y definimos las baterías de agua (Fig. 4.12).

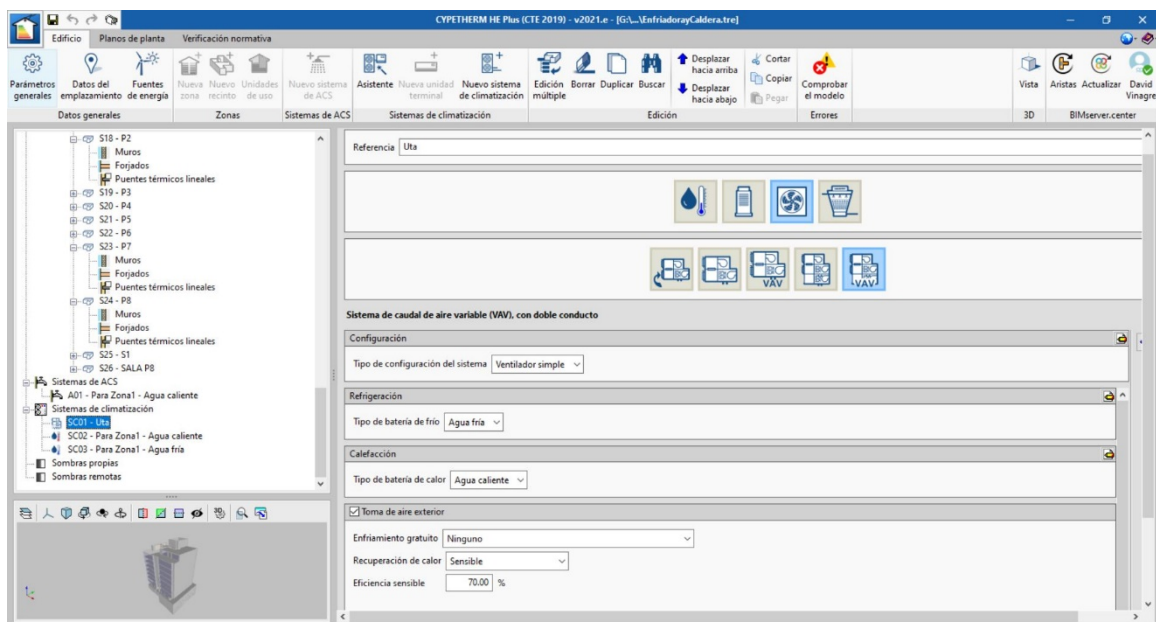


Figura 4.12 Introducción de los sistemas de ventilación

Por último, nos vamos a la pestaña verificación de la normativa donde nos permite calcular nuestro modelo. (Fig. 4.13).

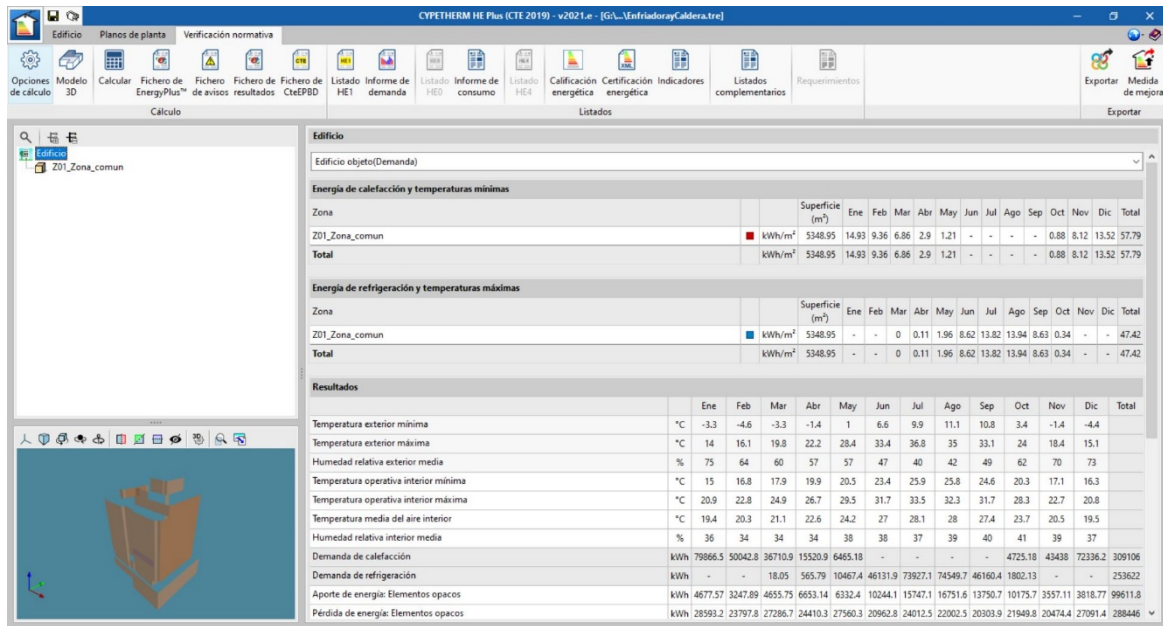


Figura 4.13 Verificación de la normativa

Este apartado nos saca una serie de listados para la justificación del código técnico, pero en nuestro caso lo que es interesante para el análisis son:

- El informe de la demanda: Se ofrecen resultados de la demanda energética para calefacción y refrigeración del edificio y por zona térmica. Se incluyen de forma gráfica los resultados del balance de energía en el edificio y la demanda de energía y de potencia anual del edificio.
- Informe del consumo: Se ofrecen resultados del consumo de energía del edificio para calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, clasificados según el tipo de energía final consumida.
- calificación energética: En esta ficha se muestra la calificación energética obtenida por el edificio y todas las calificaciones parciales tanto para emisiones, consumo de energía primaria no renovable y demanda energética.
- Indicadores: Se muestran los indicadores globales y parciales que intervienen en la calificación energética, para el edificio objeto y el edificio de referencia.

4.6 FASE 6. PROPUESTA Y MODELOS ENERGÉTICOS DE LA MUESTRA

Una vez determinadas las cargas térmicas y realizado el estudio de eficiencia energético según el estado actual se realizan diferentes hipótesis con sistemas activos y pasivos con el fin de abordar los objetivos citados en el presente proyecto.

Podemos diferenciar los sistemas en tres apartados;

- Medidas de carácter pasivo donde se define si se mantiene la fachada o se modifica las características de la transmitancia térmica del muro cortina empleando un nuevo vidrio complementario adosado
- Medidas de carácter activo donde se define si se mantiene el sistema de instalaciones de alumbrado o se sustituye luminarias existentes fluorescentes y de incandescencia por unas de tipo LED.
- Medidas de carácter activo donde se define si se mantiene el sistema de instalaciones de climatización actual, que se trata de una enfriadora y una caldera o se modifica por otros tipos de sistemas como sistemas expansión directa tipo VRV, sistema hidrónico mediante bomba de calor, sistema hidrónico mediante bomba de calor geotérmica.

En el apartado de resultados se detalla en especial estas hipótesis. A continuación, se adjunta una tabla resumen (Tabla 4.1) de las hipótesis simples (HS) y combinadas (HC) a las que se someterá nuestro caso de estudio.

		HS0	HS1	HS2	HS3	HS4	HS5	HC1	HC2	HC3	HC4	HC5	HC6	HC7
MURO CORTINA	SE MANTIENE	✓		✓	✓	✓	✓				✓	✓		
	NUEVA PROPUESTA		✓					✓	✓	✓			✓	✓
ALUMBRADO	SE MANTIENE	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓				
	NUEVA PROPUESTA						✓	✓			✓	✓	✓	✓
INSTALACIONES	CALDERA Y ENFRIADORA	✓	✓				✓	✓						
	EXPANSIÓN DIRECTA (VRV)			✓										
	BOMBA DE CALOR				✓				✓		✓		✓	
	GEOTERMIA					✓				✓		✓		✓

Tabla 4.1 Resumen de las hipótesis propuestas para el estudio energético del caso de estudio

4.7 FASE 7. ANALISIS DE RESULTADOS

En el análisis de los resultados analizaremos las siguientes cuestiones a través de tablas y gráficos comparando cual es el porcentaje de mejora de la hipótesis 0 frente a todas las demás. Todos estos parámetros están estrechamente relacionados.

4.7.1 ANÁLISIS DE LAS CARGAS TÉRMICAS

En este apartado podremos comprobar el porcentaje de mejora en cuanto a cargas térmicas respecto a la hipótesis inicial cuando actuamos solo sobre la fachada, solo sobre las instalaciones de alumbrado y si actuamos sobre estas dos a la vez.

4.7.2 ANALISIS DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

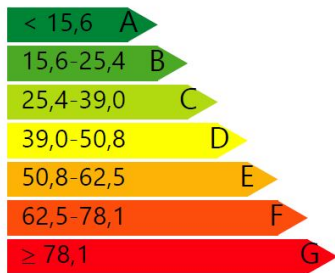


Figura 4.14 Calificación energética en emisiones.

Podemos analizar a calificación energética global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo. (Fig. 4.14) Las emisiones globales se expresan en kgCO₂/m²·año. Los niveles de calificación se encuentran en rangos de <15,6 y ≥78,1. La calificación con etiqueta A es la óptima.

4.7.3 ANALISIS DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

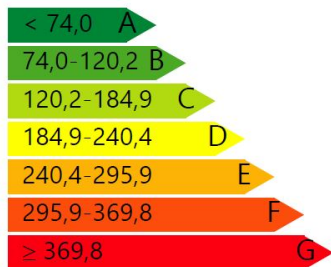


Figura 4.15 Calificación energética en consumo energía primaria.

Podemos analizar a calificación energética del edificio en consumo de energía primaria no renovable (Fig. 4.15). Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación. Las unidades se expresan en kWh/m²·año. Los niveles de calificación se encuentran en rangos de <74 y ≥369,8. La calificación con etiqueta A es la óptima.

4.7.4 ANALISIS DE LA CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA EN CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

Podemos analizar la calificación energética en cuanto a demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio. Las unidades se expresan es kWh/m²·año.

Los niveles de calificación en cuanto a demanda de calefacción se encuentran en rangos de $<19,4$ y $\geq 97,1$ (Fig. 4.16). Los niveles de calificación en cuanto a demanda de refrigeración se encuentran en rangos de $<22,4$ y $\geq 112,2$. (Fig. 4.17). La calificación con etiqueta A es la óptima.

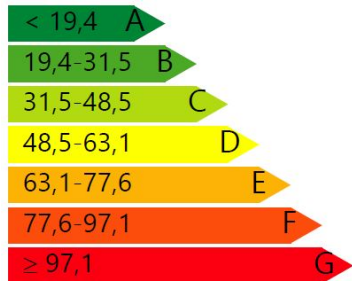


Figura 4.16 Calificación energética demanda de calefacción.

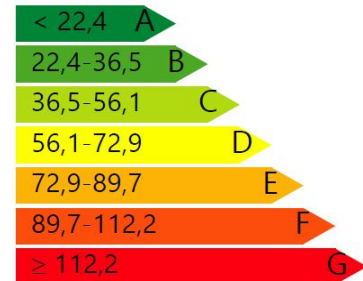


Figura 4.17 Calificación energética demanda de refrigeración.

4.7.5 ANÁLISIS DE LAS EMISIONES DE CO₂

Podemos analizar las emisiones de CO₂ por consumo eléctrico, o por consumo de otros combustibles. En este análisis comprobaremos donde se produce mayores emisiones, si con equipos de climatización que consumen electricidad o equipos de climatización que se alimentan de combustibles fósiles, como las calderas de gas.

5 CASO DE ESTUDIO

5.1 ELECCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

Una vez seleccionado la temática del proyecto se procedió a seleccionar un edificio que cumpliera las características de uso administrativo y que tuviera fachadas con un amplio porcentaje de acristalamiento (muro cortina) y que su construcción fuera anterior a la implantación del CTE.¹⁴

Para ello se hizo una búsqueda en el Departamento de información general del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid (COAM) con el objetivo de encontrar un caso representativo que cumpliera con esas características de uso, constructivas y antigüedad.

El COAM transmitió que podía ser de ayuda un buscador de arquitectura de Madrid¹⁵, de propio colegio que habían creado a través de su fundación propia el cual permite establecer una serie de filtros de búsqueda por tipología y por edad. Además, facilita una serie de características como un plano de localización de Madrid, el nombre del edificio, tipología, arquitecto, bibliografía, fecha de construcción y si ha sido objeto de reformas.

Inicialmente se seleccionaron tres edificios, que fueron en primer lugar las **oficinas del antiguo Banco Pastor**, hoy sucursal del banco Santander, en segundo la antigua **Banca de Madrid**, actualmente Consejería de Justicia de la Comunidad de Madrid y en tercer lugar la **Sede de las oficinas Pelayo**.

Los tres casos cumplían con los criterios de selección, pero finalmente se eligió la Sede de la aseguradora Pelayo ya que, con los otros dos edificios, por cuestiones de seguridad, no era posible la consulta de su planimetría. Los responsables de la documentación facilitaron el contenido íntegro del proyecto básico y de ejecución del año 1999, en el que consta la memoria, los planos, las prescripciones generales y los presupuestos y mediciones. Además de la documentación de proyecto se ha obtenido información y datos del responsable del mantenimiento de la sede desde hace 25 años y la arquitecta del grupo que se dedica preservar y asegurar el mantenimiento de los edificios de dicha compañía.

¹⁴ REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

¹⁵ <https://guia-arquitectura-madrid.coam.org/#map.webM>

5.2 ANTECEDENTES

El edificio de estudio se encuentra en la ciudad consolidada, en el distrito de Chamberí, Barrio de Trafalgar, dentro de la manzana delimitada por las calles Santa Engracia, Sagunto, Castillo y Eloy Gonzalo con la fachada principal dando a la calle Santa Engracia, número 67-69 (Fig. 5.1).

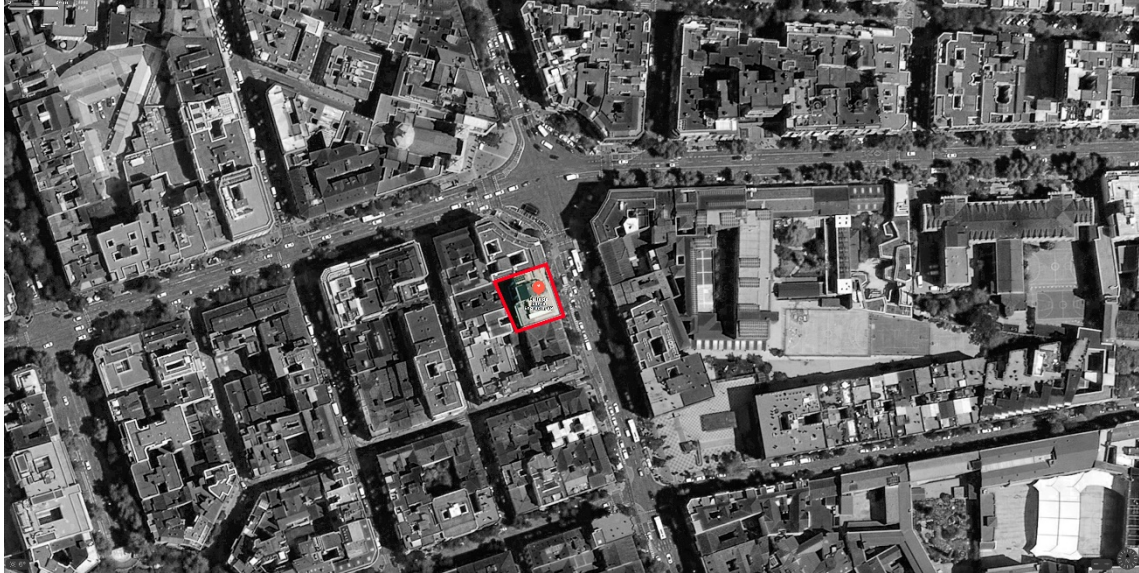


Figura 5.1 Emplazamiento calle Santa Engracia 67-69

Fuente: Google Maps

Existen dos números 67 y 69 porque el edificio en su conjunto no forma parte de una única parcela, tal y como lo reflejan los datos del catastro (Fig. 5.2). El número 67 fue construido en 1980. El edificio se destinó exclusivamente a oficinas, siendo la sede principal de las oficinas Pelayo. Durante los años 90 la empresa continuó creciendo y dado que necesitaban un mayor espacio para albergar a todos sus empleados, compraron el edificio anexo número 69. La parcela del número 69 tenía similares características a la del número 67

Los encargados de realizar el proyecto fueron los arquitectos Norberto Rodríguez y Marcos Bueno. La ampliación tenía cuatro características principales.

- Aprovechamiento de la máxima superficie útil posible para albergar las oficinas centrales.
- Diseñar espacios que permitiesen gran flexibilidad de utilización en función de las necesidades futuras de la entidad promotora.
- Posibilidad de unión del edificio antiguo con el nuevo para su utilización conjunta.
- Diseño una fachada que, junto a la remodelación del edificio existente, diera lugar a una composición unitaria. Incluso se consiguió el mismo fabricante para

el muro cortina con las mismas características a las instaladas durante los años 80.

Mas allá de plantear un nuevo sistema de instalaciones, se mantuvo el sistema interviniendo solamente en las unidades de producción y tratamiento de aire. Esta experimentó un aumento de potencia, que se reflejó simplemente en doblar la potencia de los equipos de climatización y ventilación.

Durante el año 2007 se realizó una remodelación de las oficinas en las que se intervinieron en todas las plantas para integrar un diseño de conjunto de la aseguradora que no se había conseguido en la incorporación del número 67-69.

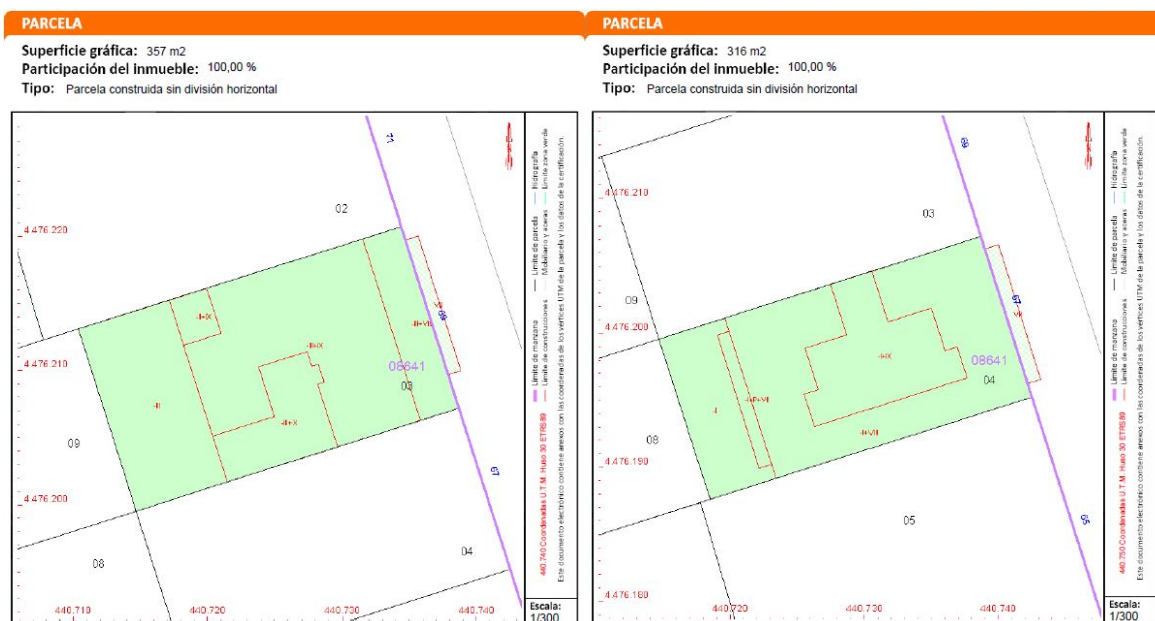


Figura 5.2 Planos catastrales Santa Engracia número 67-69

Fuente: Sede Electrónica del Catastro

5.3 DESCRIPCIÓN FORMAL DEL EDIFICIO

5.3.1 PARCELA

El edificio se sitúa en una parcela prácticamente rectangular con diferente alineación en la fachada trasera, siendo sus linderos los siguientes

- Frente: 14,10 metros con orientación Este
- Lateral Derecho 25,26 metros con orientación Norte
- Lateral Izquierdo 25,26 metros con orientación Sur.
- Testero 14,10 metros con orientación Oeste.

La superficie total de la parcela es de 356,17m².

5.3.2 ORIENTACIÓN

La orientación de la fachada principal es Este. La orientación Norte y Sur corresponde a las medianeras, y la Oeste a la trasera del edificio. Por lo tanto, en los horarios de mañana la fachada está especialmente expuesta a la radiación solar.

5.3.3 PLANTAS Y DISTRIBUCIÓN

El número de plantas sobre rasante del número 69, es de nueve más un ático y las del número 67 es de ocho plantas más un ático.

La altura total de las plantas sobre rasante es de 3,00 metros. La altura de la planta baja es de 4,26 metros. La altura bajo rasante es de 2,50 metros.

Bajo rasante, se sitúan en el mismo número 69 tres plantas de sótano donde se encuentran las plazas de aparcamiento y los recintos de instalaciones (Fig. 5.3). En el número 67 se compone de una sola planta bajo rasante, dedicado a oficinas (Fig. 5.4).

La planta baja tiene un carácter público pues se destina a la atención al cliente en su mayor parte. Además, esta cuenta con un patio interior donde los empleados se relajan en su tiempo de descanso (Fig. 5.5).

Todas las plantas sobre rasante de la primera a la séptima de ambos números, se dedican a oficinas privadas (Fig. 5.6).

En la planta 8, del número 67 se encuentra dos trasteros y un comedor de construcción ligera para uso de empleados y en el número 69 sigue siendo de oficinas privadas. (Fig. 5.7).

En la planta 9, planta de Cubiertas, se encuentra un castillete donde dentro de esa sala se encuentran las instalaciones de climatización, circuitos primarios, secundarios, bombas, vasos de expansión, depósitos. Las unidades de producción se sitúan en esta planta en el exterior. (Fig. 5.8).

Núm. 69

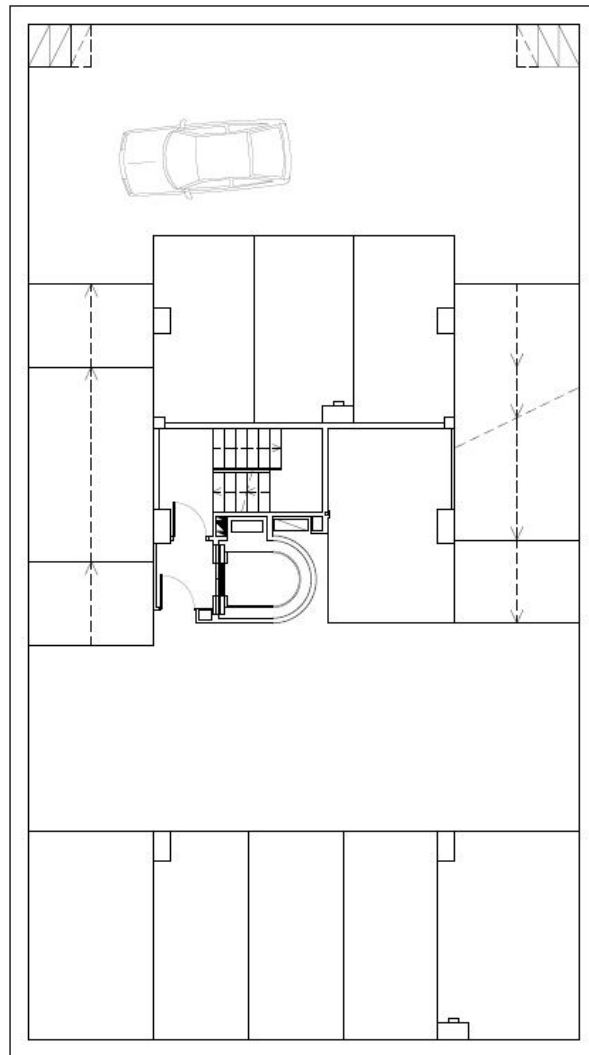


Figura 5.3 Planta Sótano -3,-2.

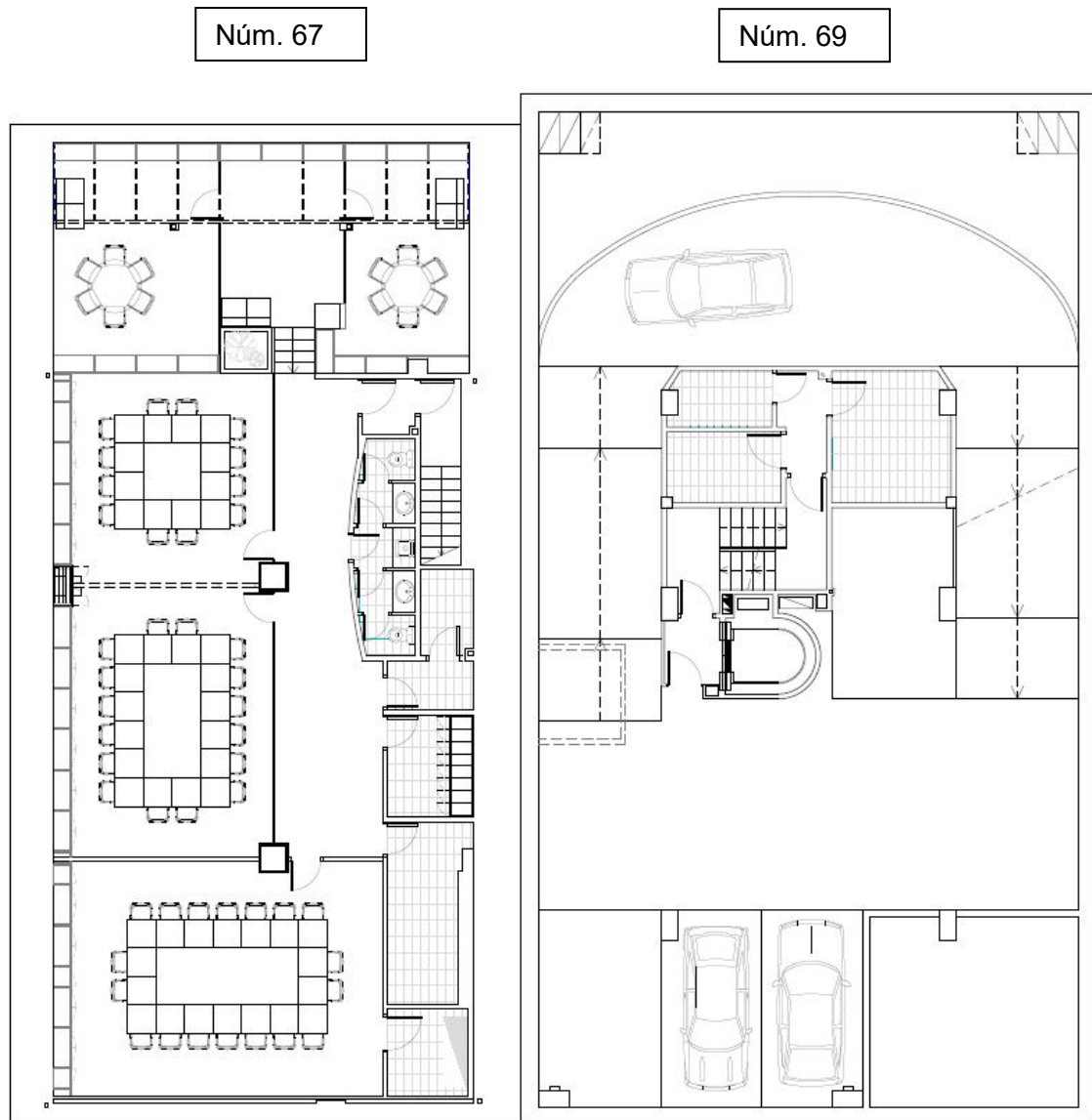


Figura 5.4 Planta Sótano -1

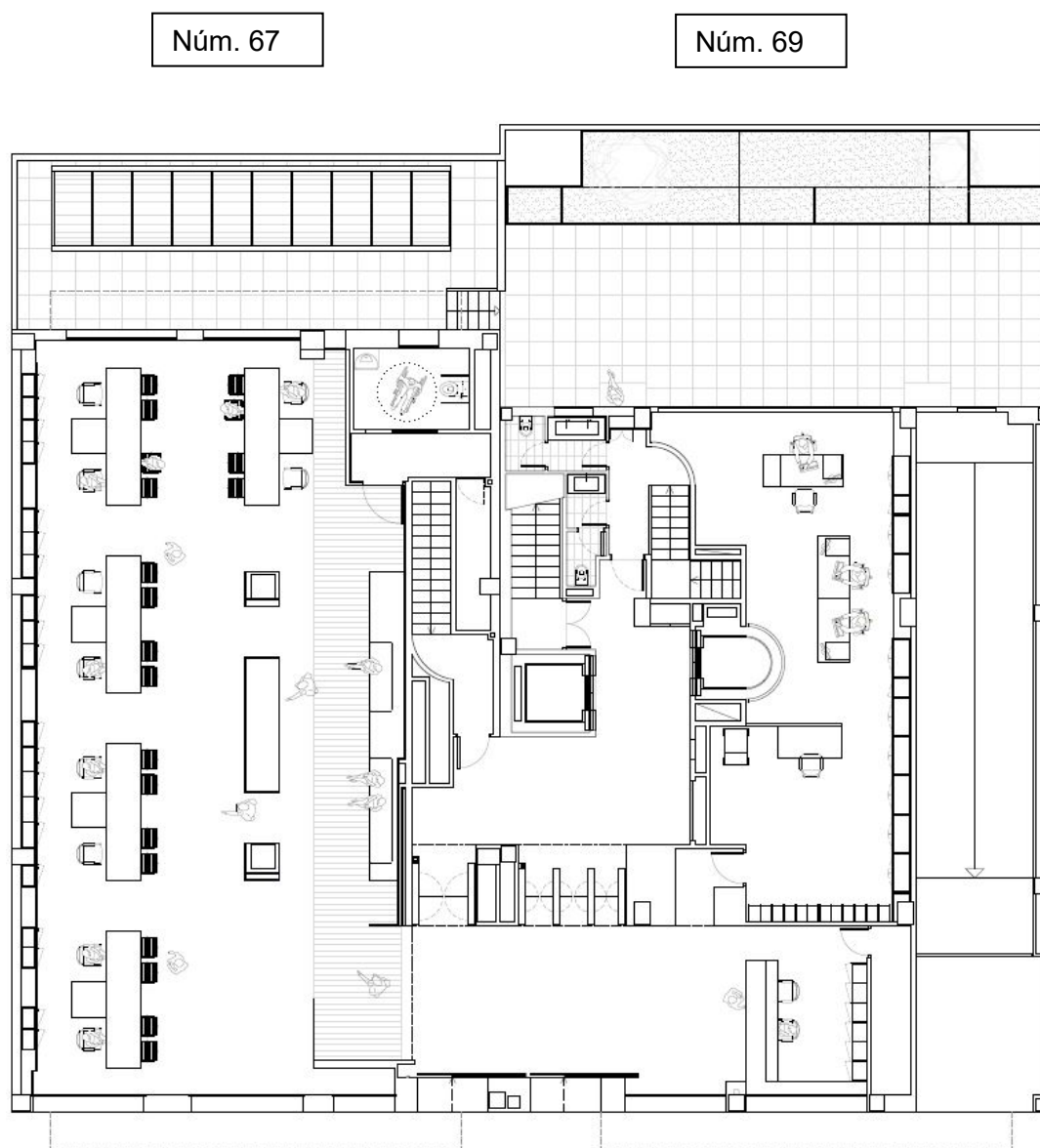


Figura 5.5 Plano Planta Baja

Núm. 67

Núm. 69

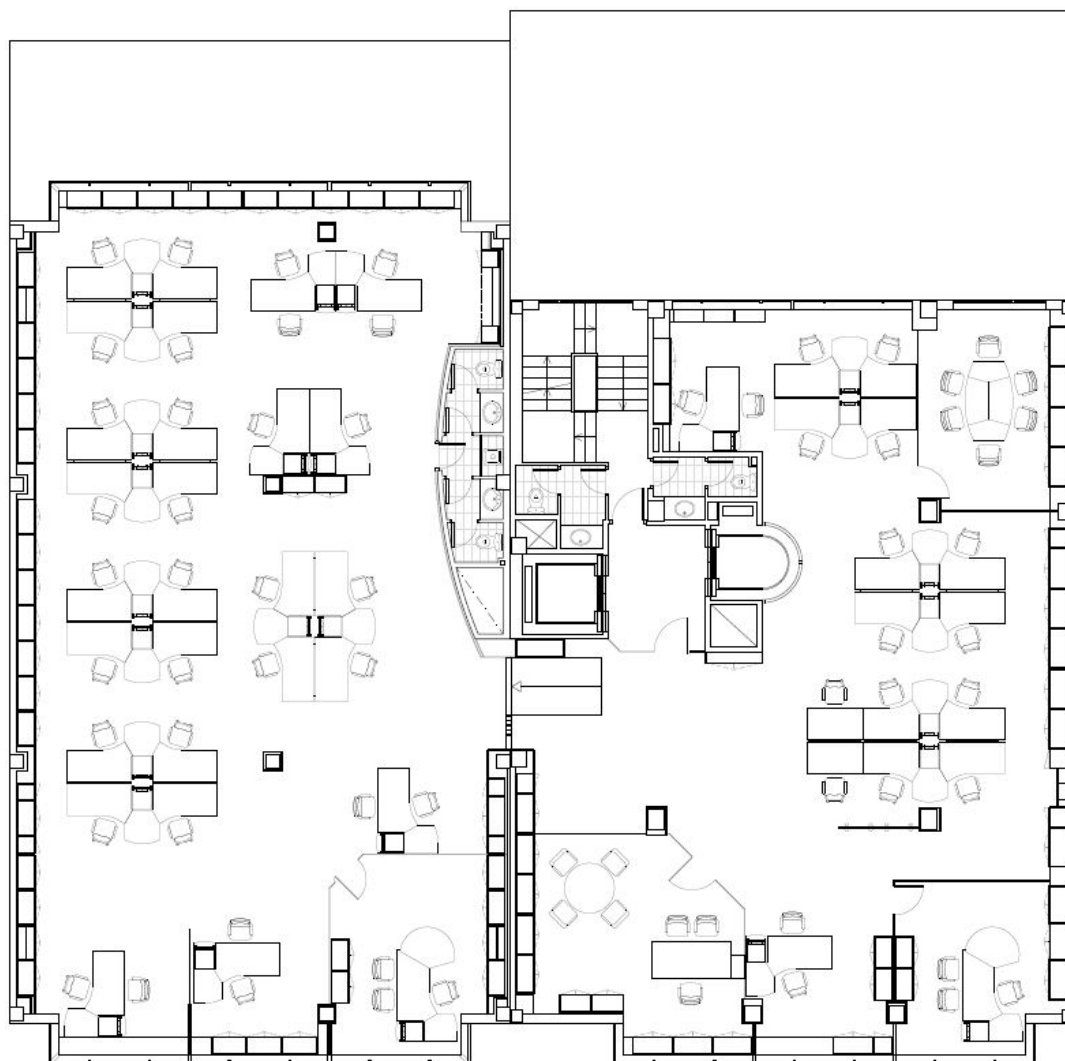


Figura 5.6 Plano Planta Tipo, 1-7

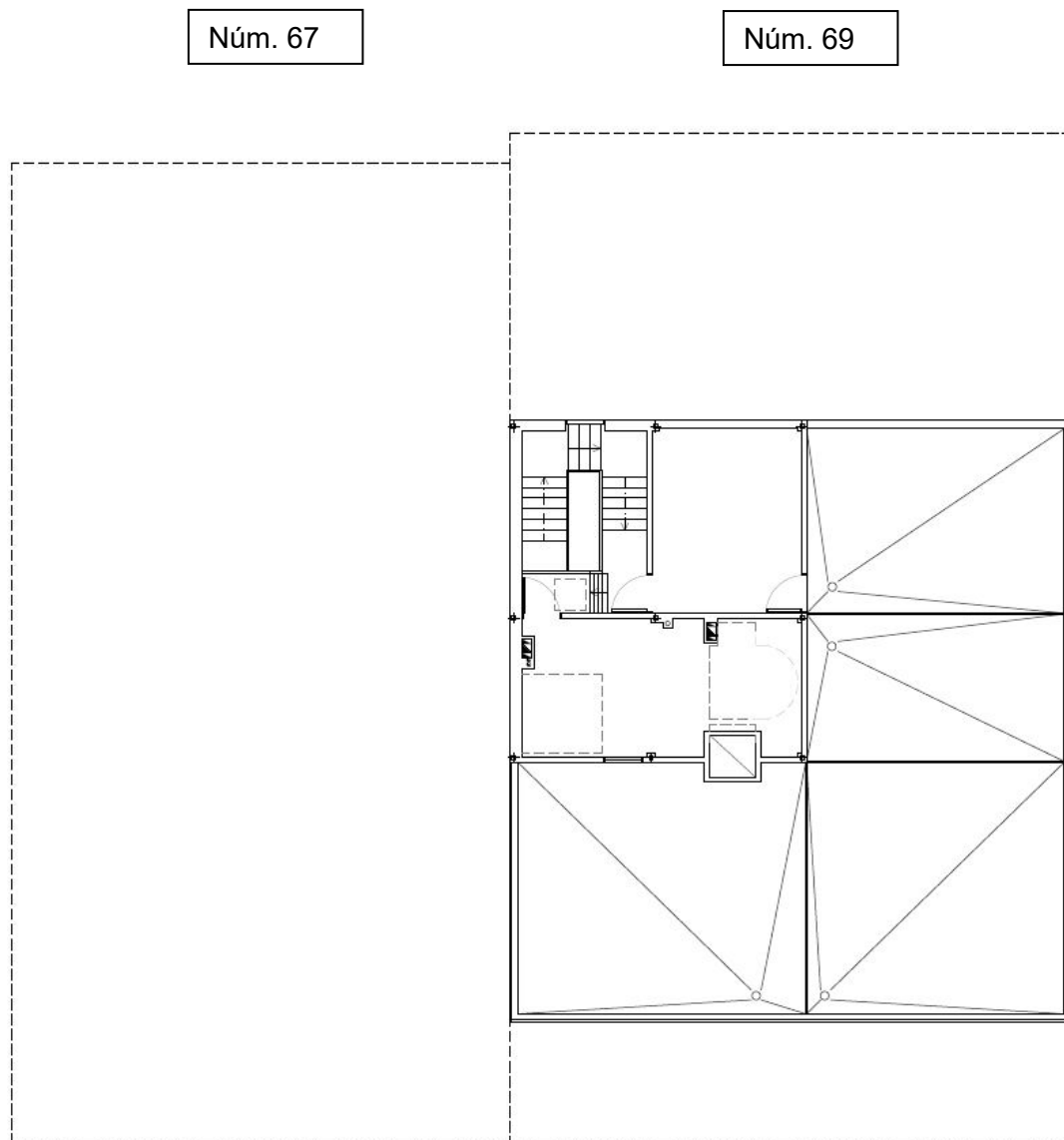


Figura 5.8 Plano Planta Cubierta

5.3.4 NUCLEO DE COMUNICACIONES

El núcleo vertical de comunicaciones se sitúa sobre rasante a la fachada posterior, reservando la fachada principal para las oficinas. El acceso al núcleo desde las plantas se sitúa centrado en la dirección del fondo edificado.

La circulación del edificio se realiza alrededor de una zona central que contiene al núcleo de comunicación vertical.

Este núcleo se compone de una escalera, dos ascensores y la zona de aseos.

5.3.5 ACCESOS

El acceso de vehículos al garaje en planta baja se encuentra próximo a la medianera derecha. Esta situación permite crear un edificio diáfano en planta baja.

El acceso peatonal se realiza por el espacio central del edificio en el que se llega a un recibidor y al núcleo de comunicación vertical.

5.3.6 LA FACHADA

El diseño de la fachada exterior de los números 67 y 69, da lugar a que el conjunto se perciba como una única fachada (Fig. 5.9).

La composición se basa en la simetría del conjunto, situándose el eje de la misma en el edificio 67, dado que la longitud de la fachada de éste es 1,60 m. superior a la del existente.

La fachada principal del edificio presenta un cuerpo volado en la mayor parte de su frente y en todas sus plantas, es decir, se encuentran unas galerías con un saliente de 0,45 metros.

La simetría se remarca en los tres niveles fundamentales de la composición: A nivel de comisa, mediante un gran frontón partido en el que se emplaza el logotipo corporativo; en las plantas intermedias con una hilera de óculos centrados en el

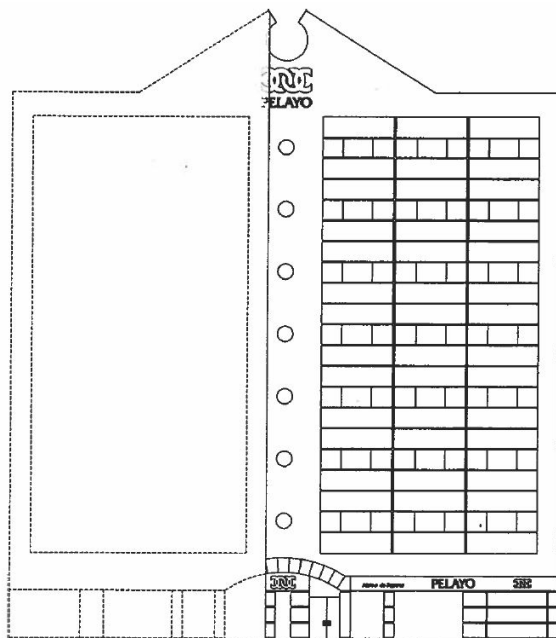


Figura 5.9 Alzado del edificio

Fuente: Proyecto de ejecución

eje, y a nivel de planta baja mediante una disposición simétrica de huecos, con la zona central del dintel en forma de arco rebajado.

La fachada incorpora elementos clasicistas que dotan de presencia y carácter al conjunto, pero de forma selectiva y estilizada, evitando el mimetismo historicista y la profusión de elementos decorativos.

El cuerpo volado del edificio se cierra íntegramente con vidrio, que crea sensación de liviandad y transparencia, adoptando al aspecto de galerías. (Fig. 5.10).

Los paños ciegos de la fachada se encuentran chapados con granito sin pulir, excepto las pilastras situadas entre los huecos de planta baja que están revestidos con chapa plegada lacada

En cuanto a la fachada interior, se ha resultado de la misma forma que la fachada exterior, pero limitando en este caso la simetría ya que en la parte trasera no se encuentran alineadas. Los materiales con la que se realiza son los mismos que en la fachada exterior, vidrio y granito.



Figura 5.10 Fotografía de la fachada.

5.3.7 LA OCUPACIÓN

En cuanto al cálculo de la ocupación del edificio se han obtenido los datos del proyecto de ejecución donde se expresa lo siguiente;

“Se ha considerado una ocupación teórica, según los arts. 89 y 191 del R.P.I.C.M. de:

- *1 persona por cada 40 m² en la zona de garaje - aparcamiento.*
- *1 persona por cada 10 m² en las plantas destinadas al uso de oficinas privadas.*
- *1 persona cada 2 m² en las zonas destinadas a la atención al público.*

Que se aplicará sobre la superficie útil, excepto en las zonas de ocupación nula (aseos, núcleos de escaleras, cuartos de instalaciones, etc).” (Fig. 5.11).

Esta es la ocupación es importante ya que se utiliza para determinar la ganancia interna del edificio por ocupación y el porcentaje de pérdidas por ventilación.

CUADRO RESUMEN AFORO MÁXIMO.

- SOBRE RASANTE.

· Planta torreón (portal nº 67).	.....	0
· Planta octava (portal nº 69).	.....	12 personas
· Planta séptima.	.....	46 personas
· Planta sexta.	.....	46 personas
· Planta quinta.	.....	46 personas
· Planta cuarta.	.....	46 personas
· Planta tercera.	.....	46 personas
· Planta segunda.	.....	46 personas
· Planta primera.	.....	46 personas
· Planta baja (zona atención público).	.....	141 personas
TOTAL OCUPACIÓN MAX. SOBRE RASANTE....		475 personas

- BAJO RASANTE.

· Planta sótano-1 (portal nº 69).	.....	7 personas
· Planta sótano-1 (portal nº 67).	.....	23 personas
· Planta sótano-2 (portal 69).	.....	8 personas
· Planta sótano-3 (portal 69).	.....	8 personas
TOTAL OCUPACIÓN MAX. BAJO RASANTE.....		46 personas

Figura 5.11 Número de ocupación por planta

Fuente: Proyecto de ejecución

5.4 DESCRIPCIÓN DE LA ENVOLVENTE

La componente de la envolvente térmica que tiene mayor interés es el muro cortina de fachada exterior y exterior. Esta se sitúa desde planta primera hasta planta séptima. El chapado de granito de planta baja y el machón que recorre el edificio uniendo la parcela 68-69 se realiza la tipología denominada muro fachada.

En la siguiente tabla resumen se muestra donde se obtienen los materiales y soluciones constructivas con las que se ha configurado la envolvente (Fig. 5.12). Se ha comprobado que estos datos correspondientes con los existentes en el edificio por lo que se han utilizado en las simulaciones haciendo la conversión de la unidad de las transmitancias al sistema internacional (W/m^2K).

COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN TÉRMICA DE LOS CERRAMIENTOS

CERRAMIENTO								Elemento	Elemento	$1/h_i + 1/h_e$	K Kcal/h°Cm
								R m²h°C/Kcal	R m²h°C/Kcal	R m²h°C/Kcal	
MURO FACHADA	Elemento	granito	mortero cemento	ladrillo perforado	poliestireno exp. t. IV	ladrillo hueco	yeso				0,43
	Espesor m.	0,02	0,03	0,12	0,05	0,05	0,02				
	K Kcal/h°Cm	3,00	1,20	0,65	0,03	0,42	0,26	0,00	0,00	0,20	
MURO CORTINA OPACO	Elemento	poliuretano 5 cm.						vidrio 6 mm Cool-Lite	cámara 2 cm.		0,32
	Espesor m.	0,05									
	K Kcal/h°Cm	0,02	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	0,19	0,20	
FORJADO SOBRE EXTERIOR	Elemento	mármol	mortero	poliestireno exp. t. IV				forjado 25+5			0,65
	Espesor m.	0,02	0,03	0,02							
	K Kcal/h°Cm	3,00	1,20	0,03	1,00	1,00	1,00	0,22	0,00	0,26	
MURO MEDIANERO	Elemento	yeso	ladrillo perforado	ladrillo perforado	yeso			forjado			1,28
	Espesor m.	0,02	0,12	0,12	0,02						
	K Kcal/h°Cm	0,26	0,65	0,65	0,26	1,00	1,00	0,00	0,00	0,26	
MURO RAMPA GARAJE	Elemento	yeso	ladrillo hueco	yeso							1,43
	Espesor m.	0,02	0,12	0,02							
	K Kcal/h°Cm	0,26	0,42	0,26	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,26	
MURO ESCALERAS Y ASCENSORES	Elemento	yeso	ladrillo hueco	yeso							1,65
	Espesor m.	0,02	0,08	0,02							
	K Kcal/h°Cm	0,26	0,42	0,26	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,26	
FORJADO SOBRE GARAJE	Elemento	mármol	mortero					forjado 25+5			1,50
	Espesor m.	0,02	0,05								
	K Kcal/h°Cm	3,00	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	0,22	0,00	0,40	
CUBIERTA PLANA	Elemento	gres	mortero	poliestireno extruido	hormigón celular	falso techo		forjado 25+5	cámara aire sobre falso techo		0,47
	Espesor m.	0,02	0,03	0,04	0,05	0,02					
	K Kcal/h°Cm	0,90	1,20	0,03	0,58	0,26	1,00	0,22	0,19	0,17	

Figura 5.12 Cuadro resumen de los coeficientes de transmitancia térmica de los elementos que componen la envolvente

Fuente: Proyecto de ejecución

A continuación, se describen de forma detalla los detalles constructivos que forman parte de la envolvente térmica y que se han utilizado a la hora de introducción en CYPE.

MURO FACHADA

El muro de fachada se compone de exterior a interior por una placado de granito recibido con mortero de cementos. Como hoja soporte se sitúa $\frac{1}{2}$ pie de fábrica de ladrillo perforado con aislamiento de poliestireno expandido por el interior. La cara interior se realiza con ladrillo hueco sencillo a tabiquillo y enlucido y guarnecido de yeso (Fig. 5.13).

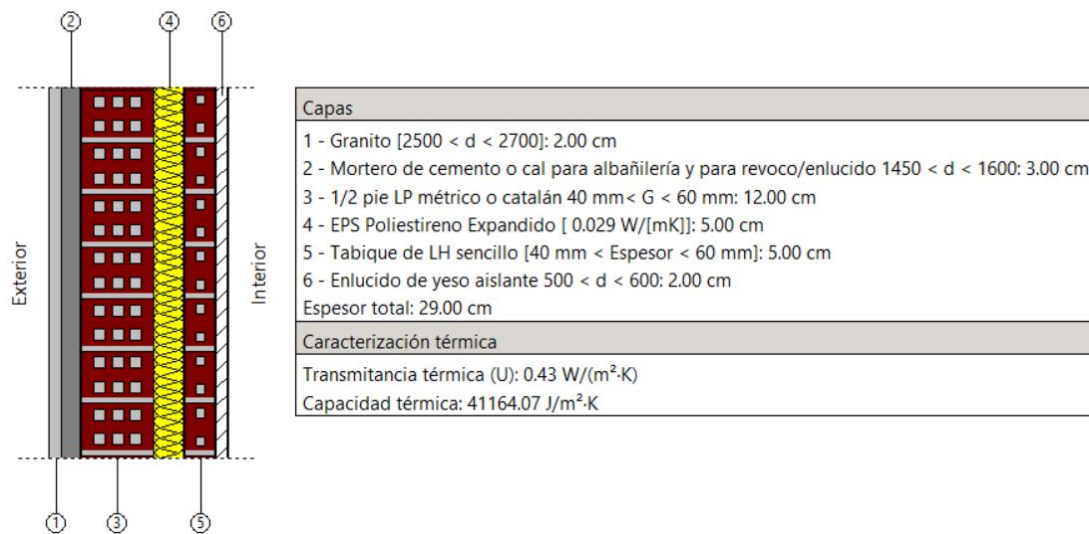


Figura 5.13 Detalle constructivo muro de fachada.

MURO DE SÓTANO

El muro de sótano se resuelve con un muro de hormigón armado donde la cara interior se realiza con ladrillo hueco doble a tabicón y enlucido y guarnecido de yeso (Fig. 5.14).

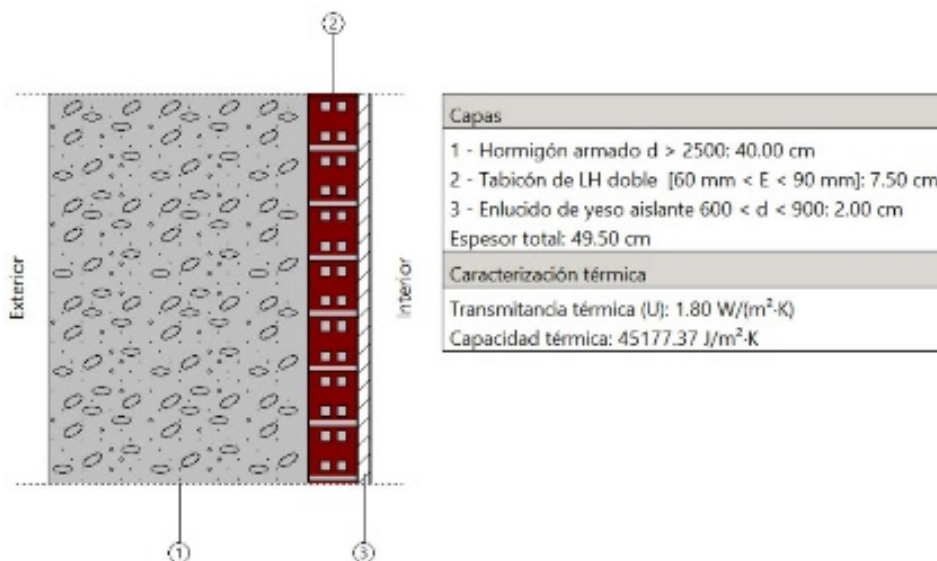


Figura 5.14 Detalle constructivo muro de sótano.

MEDIANERA

La medianera se resuelve con dos ½ de ladrillo perforado como hoja soporte y la cara interior se realiza con ladrillo hueco doble a tabicón y enlucido y guarnecido de yeso (Fig. 5.15).

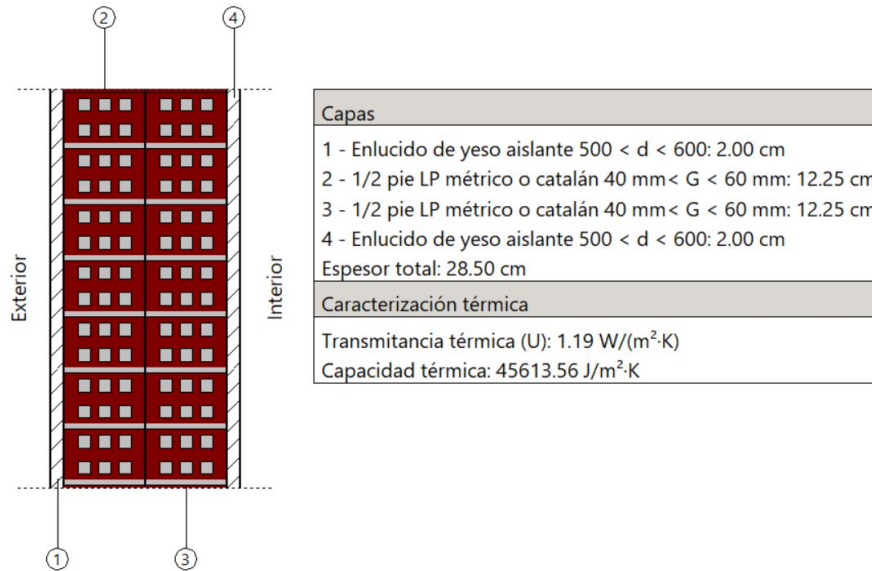


Figura 5.15 Detalle constructivo medianera.

MURO GARAJE

El muro de garaje se realiza con ladrillo hueco doble a tabicón y guarnecido de yeso en la cara exterior y enlucido y guarnecido de yeso en la cara interior (Fig. 5.16).

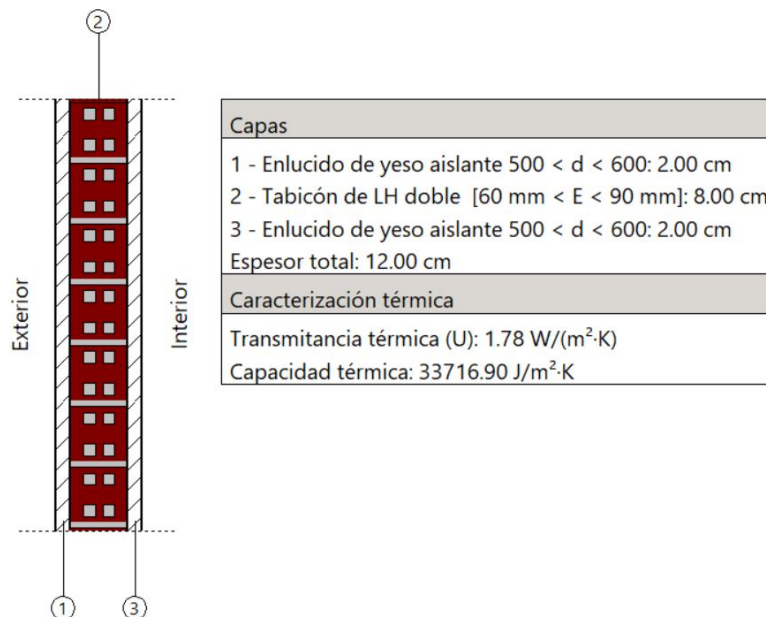


Figura 5.16 Detalle constructivo muro garaje.

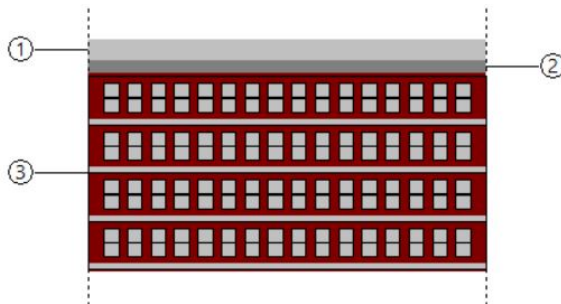
MURO CORTINA

El muro cortina se ha introducido de forma simplificada con la descripción dada en el proyecto de ejecución y se resuelve de la siguiente manera.

- Estructura primaria vertical compuesta por tubos rectangulares de aluminio con refuerzo interior de chapa plegada en ϵ de acero galvanizado de 3 mm.
- Estructura secundaria horizontal con tubos del mismo tipo, sobre los que apoyan los paños de cerramiento con rotura del puente térmico.
- Paños ciegos compuestos por vidrio Cool Lite templado de 6 mm. trasdosados con panel sandwich de aluminio lacado de 50 mm. de espesor, con aislamiento de espuma de poliuretano.
- Paños acristalados compuestos por vidrio Cool-Lite templado de 6 mm. al exterior, cámara deshidratada de 15 mm. y vidrio Planilux de 6 mm. al interior.

FORJADO

El forjado se resuelve mediante un forjado unidireccional de espesor 30cm con un entrevigado de viguetas de hormigón y bovedillas cerámicas. La capa superior de este se recibe con mortero de cemento para albergar un solado de mármol. (Fig. 5.17).

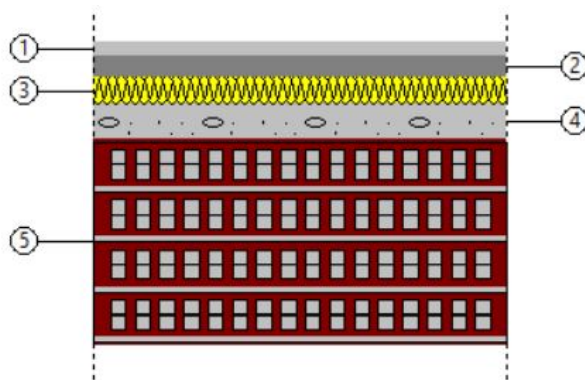


Capas
1 - Mármol [$2600 < d < 2800$]: 3.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido [$1450 < d < 1600$]: 2.00 cm
3 - FR Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm: 30.00 cm
Espesor total: 35.00 cm
Caracterización térmica
Forjado superior
Coefficiente de transmisión térmica (refrigeración): 1.91 W/(m ² ·K)
Coefficiente de transmisión térmica (calefacción): 2.61 W/(m ² ·K)
Forjado inferior
Coefficiente de transmisión térmica (refrigeración): 2.61 W/(m ² ·K)
Coefficiente de transmisión térmica (calefacción): 1.91 W/(m ² ·K)
Forjado inferior expuesto a la intemperie
Coefficiente de transmisión térmica (refrigeración): 3.09 W/(m ² ·K)
Coefficiente de transmisión térmica (calefacción): 2.54 W/(m ² ·K)
Capacidad térmica: 161160.18 J/m ² ·K

Figura 5.17 Detalle constructivo forjado entreplantas.

CUBIERTA

Se trata de una cubierta plana transitable donde se encuentran las instalaciones de climatización. La cubierta se resuelve mediante un forjado unidireccional de espesor 30cm con un entrevigado de viguetas de hormigón y bovedillas cerámicas. La siguiente capa se realiza con hormigón celular para la creación de las pendientes en cubierta. El asilamiento se realiza por encima de la capa de pendientes mediante planchas de poliestireno extruido. El solado se realiza con baldosas de gres calcáreo recibido con mortero de cemento. (Fig. 5.18).



Capas
1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700; 2.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600; 3.00 cm
3 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]: 4.00 cm
4 - Hormigón con áridos ligeros 1600 < d < 1800; 5.00 cm
5 - FR Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm: 30.00 cm
Espesor total: 44.00 cm
Caracterización térmica
Forjado superior
Coeficiente de transmisión térmica (refrigeración): 0.57 W/(m ² ·K)
Coeficiente de transmisión térmica (calefacción): 0.62 W/(m ² ·K)
Forjado inferior
Coeficiente de transmisión térmica (refrigeración): 0.62 W/(m ² ·K)
Coeficiente de transmisión térmica (calefacción): 0.57 W/(m ² ·K)
Forjado inferior expuesto a la intemperie
Coeficiente de transmisión térmica (refrigeración): 0.64 W/(m ² ·K)
Coeficiente de transmisión térmica (calefacción): 0.61 W/(m ² ·K)
Capacidad térmica: 86627.34 J/m ² ·K

Figura 5.18 Detalle constructivo cubierta.

5.5 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

5.5.1 INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

En cuanto a la climatización nos encontramos con sistema hidrónico, es decir, un sistema en la que la distribución de la energía térmica y frigorífica se realiza mediante tuberías por las que circula agua entre unos emisores y una unidad de producción térmica. Las unidades terminales son fancoils de suelo.

En un sistema a 4 tubos, es decir que podemos seleccionar en cada zona de los diferentes espacios climatizados si se quiere seleccionar frío o calor. Este diseño se debe a que el edificio cuenta con más del 60% de su superficie acristalada y se pretende resolver el problema de las diferentes orientaciones solares, fundamentalmente en épocas intermedias de primavera y otoño.

Tenemos dos unidades de producción diferentes una trabaja como fuente frigorífica una enfriadora en bomba de calor (Fig. 5.19) y otra como fuente calorífica, caldera de gas (Fig. 5.20).

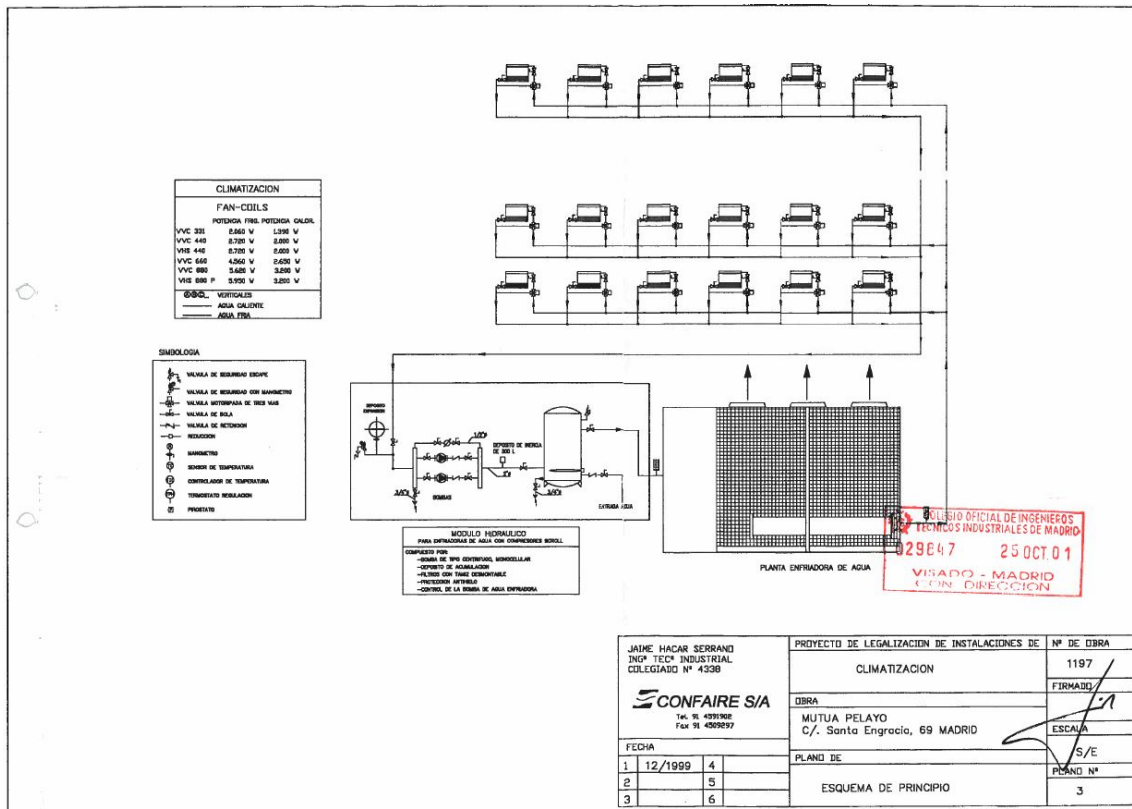


Figura 5.19 Esquema de principio instalación de climatización con la unidad de producción enfriadora.

Fuente: Proyecto de instalaciones

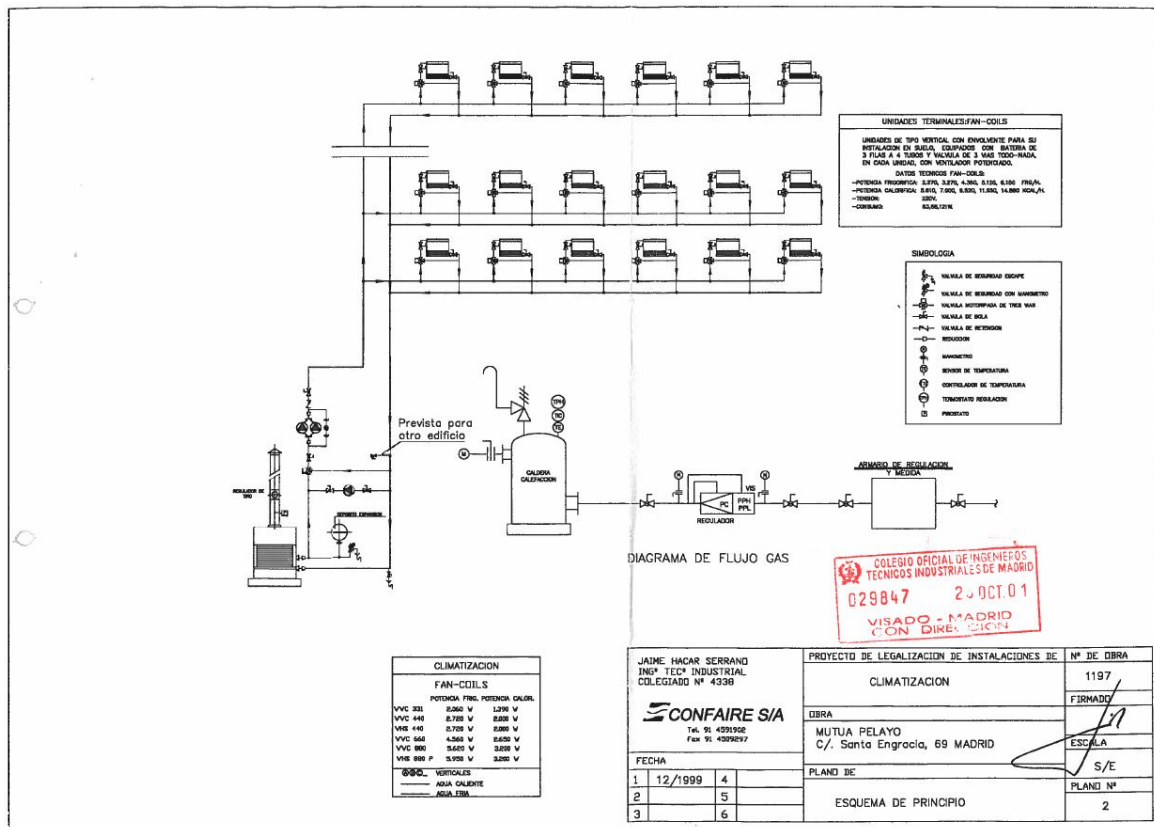


Figura 5.20 Esquema de principio instalación de climatización con la unidad de producción caldera.

Fuente: Proyecto de instalaciones

La unidad de producción que actúa como fuente frigorífica es una enfriadora marca HITSA modelo BA-Y-3202-320-R con un compresor de tornillo con las siguientes características (Fig. 5.21);

- Potencia frigorífica nominal: 651KW =559.860 frig/h
- Consumo en refrigeración: 233,8 KW
- Potencia total de compresores: 300KW
- Consumos compresores en ciclo frío: 217KW
- Número de motores ventiladores exteriores:8
- Consumo ventiladores exteriores:16,8 KW
- Tipo de refrigerante: R22



Figura 5.21 Unidad de producción frigorífica enfriadora y su placa de características.

La unidad de producción que actúa como fuente calorífica son dos calderas marca ADISA modelo DUPLEX 360 de combustión atmosférica equipada con quemador de turbina con las siguientes características (Fig. 5.22);

- Potencia calorífica nominal: 640KW =584.400 kcal/h
- Depósito de expansión cerrado: 200 Litros
- Chimenea de acero inoxidable: 10 pulgadas
- Potencia eléctrica encendido: 600W

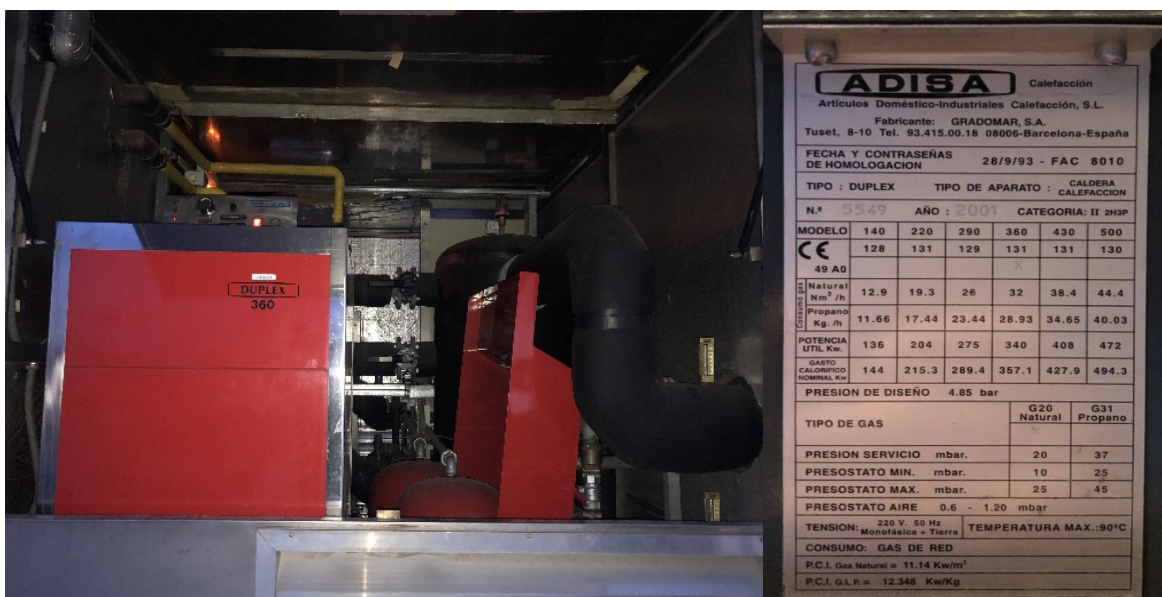


Figura 5.22 Unidad de producción calorífica caldera y su placa de características.

5.5.2 INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN

La instalación de ventilación se realiza a través de dos unidades de tratamiento de aire (UTA) con intercambiadores rotativos, que además incorpora unas baterías de agua y que son alimentadas desde las unidades de producción vistas anteriormente. Esta introduce aire primario ya climatizado en las diferentes estancias. Las características de las dos unidades de tratamiento de aire son las siguientes (Fig. 5.23);

- Potencia frigorífica: 40.000 Frig/h
- Potencia eléctrica absorbida: 6002 Watios
- Caudal: 9500 m3/h

La distribución de aire primario se realiza a través de conductos de aporte y de extracción de aire que se encuentran en zonas de paso de instalaciones situado en el núcleo central de edificio. El aporte de aire en las estancias se realiza a través de difusores rotacionales y la extracción de aire de se hace a plenum mediante rejillas colocadas en falso techo.

Aunque la mayoría de fancoils son de tipo suelo, existen alguno de techo en los que se hace llegar los conductos de aire primario previamente tratado hasta las proximidades del retorno del fancoil y se descarga allí mediante una compuerta de regulación de caudal de montaje oculto, de esta forma se garantiza que cada fancoil trate la proporción adecuada de aire primario.



Figura 5.23 Unidad de tratamiento de aire y su placa de características.

5.5.3 INSTALACION DE ALUMBRADO

Las instalaciones de alumbrados según proyecto se realizan con luminarias fluorescente e incandescente que garantizan aproximadamente un nivel iluminación de 500 lux en la zona de trabajo, 200 lux en la zona de aseos y zonas comunes y 100 lux en la zona de garaje.

Las luminarias instaladas son las siguientes.

- Pantallas fluorescentes empotradas con lámparas de 2x55W y 2x36W en oficinas
- Focos halógenos empotrados de 50W en oficinas, sótanos y bajo cubierta.
- Downlight empotrado con lámparas de 1x32W en oficinas
- Carril electrificado para focos halógenos de 50W en oficinas
- Pantallas fluorescentes de emergencia con kit de conversión URA en oficinas
- Pantallas fluorescentes estancas 2x36W en bajo cubierta y sótanos
- Pantallas fluorescentes estancas 2x36W con balasto de emergencia en sótanos.
- La potencia eléctrica prevista para la instalación de alumbrado es de 160.000 wátios.

Se ha verificado que iluminación actual corresponde con la especificada en proyecto según la visita realizada.

A continuación, se incluye una foto del proyecto de ejecución donde aparece la potencia consumida por las instalaciones de alumbrado (Fig. 5.25).

Resumen de potencias totales a considerar de ambos portales.

Potencia Fuerza	333.990 Watios
Potencia Alumbrado	160.000 Watios
Previsión Potencia	138.890 Watios
TOTAL	632.880 Watios

Coefficientes de simultaneidad.- 0,8.

Potencia total a considerar.- 506 KW (de todo el edificio).

Figura 5.24 Resumen de potencias a considerar según proyecto de ejecución

Fuente: Proyecto de ejecución

6 BALANCES ENERGÉTICOS Y RESULTADOS DE LAS HIPÓTESIS

La introducción de la diferente hipótesis precisa de una serie de consideraciones.

Al introducir los datos anteriormente citados en el programa CYPETHERM LOAD se han determinado las cargas máximas de calefacción y refrigeración para el estado actual siendo esta la hipótesis 0, con las que dimensionaremos las unidades de producción de las instalaciones propuestas.

Están cargas calculadas no nos sirven para elegir sistemas según potencia en todas las hipótesis ya que si actuamos directamente sobre la envolvente o instalaciones de alumbrado se modifican las cargas máximas de calefacción y refrigeración.

En primer lugar, se muestra cálculo de cargas necesario para el dimensionamiento de equipos producción en condiciones de hipótesis 1 cambio de fachada, hipótesis 5 cambio de alumbrado e hipótesis combinada 1 cambio de fachada y alumbrado.

A continuación, introducimos los datos, en CYPETHERM HE PLUS, de equipos de producción de climatización a través de las cargas obtenidas en el análisis previo de cargas para esas hipótesis.

De ese modo nos aseguramos que estamos eligiendo un equipo con la potencia adecuada para la carga demanda.

6.1 RESULTADOS DE CARGAS

6.1.1 RESULTADO DE CÁLCULO DE CARGAS DE LA HIPOTESIS SIMPLE 0

En la hipótesis simple de carga se han considerado a efectos de cálculo los datos envolventes térmica, características de ocupación, alumbrado.

Se ha obtenido una carga máxima total de refrigeración de 414.920 W (Tabla 6.1) y una carga máxima total de calefacción de 398.333 W (Tabla 6.2) y una carga máxima total de calefacción.

Podemos observar un gráfico de la evolución de la carga anual del edificio (Fig.6.1)

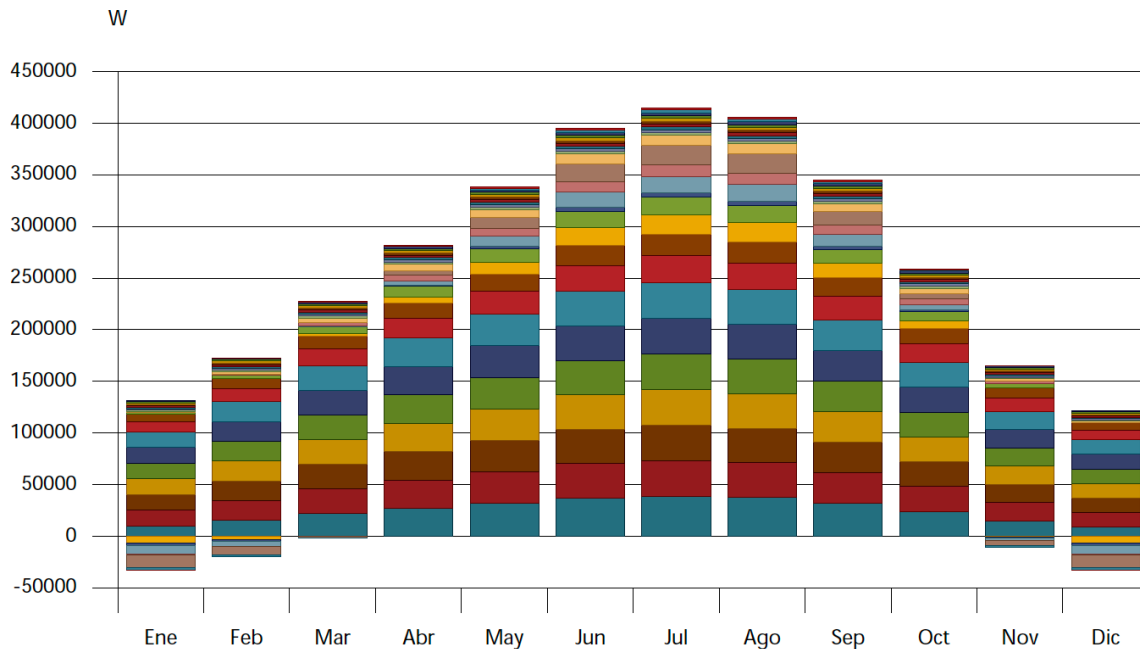


Figura 6.1 Carga anual del edificio. Hipótesis simple 0.

Resumen de las cargas de refrigeración de la zona: Edificio

	Externas					Internas		Ventilación			Totales			
	A (m ²)	Conducción (W)	Solar (W)	Inf. lat. (W)	Inf. sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Caudal (l/s)	Lat. (W)	Sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Total (W/m ²)	Total (W)
Carga máxima de refrigeración por recinto														
P1	434	7984	15646	0	0	2220	11725	575	-4391	1416	0	38609	89	38609
P2	434	4265	15489	0	0	2220	11687	575	-4391	1416	0	34499	79	34499
P3	434	4265	15489	0	0	2220	11687	575	-4391	1416	0	34499	79	34499
P4	434	4265	15489	0	0	2220	11687	575	-4391	1416	0	34499	79	34499
P5	434	4265	15489	0	0	2220	11687	575	-4391	1416	0	34499	79	34499
P6	434	4265	15489	0	0	2220	11687	575	-4391	1416	0	34499	79	34499
P7	434	4295	15605	0	0	2220	11716	575	-4391	1416	0	34683	80	34683
B1	177	2148	5623	0	0	6495	12462	1763	-12738	4662	0	26141	148	26141
B2	60	1412	3396	0	0	6495	10396	1763	-13460	4339	0	20520	345	20520
S1	219	9246	0	0	0	2220	7293	575	-4156	1521	0	18963	87	18963
P8	139	4921	6557	0	0	1185	4284	288	-2196	708	0	17294	124	17294
N COM -1	69	2374	0	0	0	617	1234	171	-1238	453	0	4265	62	4265
GARAJE	333	7685	0	0	0	2996	5808	832	-6015	2202	0	16480	50	16480
N COM -2	333	2459	0	0	0	2996	5785	832	-6015	2202	0	10968	33	10968
N COM -3	333	10773	0	0	0	2996	5785	832	-6015	2202	0	19698	59	19698
N COM PB	163	1597	3656	0	0	1468	2947	408	-2913	1093	0	9759	60	9759
N COM P1	51	208	1198	0	0	459	930	128	-984	305	0	2775	54	2775
N COM P2	51	184	1198	0	0	459	930	128	-984	305	0	2749	54	2749
N COM P4	51	184	1198	0	0	459	930	128	-984	305	0	2749	54	2749
N COM P3	51	184	1198	0	0	459	930	128	-984	305	0	2749	54	2749
N COM P5	51	184	1198	0	0	459	930	128	-984	305	0	2749	54	2749
N COM P6	51	184	1198	0	0	459	930	128	-984	305	0	2749	54	2749
N COM P7	51	185	1204	0	0	459	933	128	-984	305	0	2758	54	2758
N COM P8	42	350	1203	0	0	377	766	105	-807	250	0	2698	64	2698
SALA P8	35	2122	0	0	0	317	651	88	-637	233	0	3156	89	3156
N COM P9	50	442	0	0	0	450	935	125	-1036	268	0	1728	35	1728
Carga máxima simultánea de refrigeración para el conjunto de recintos: 21 de Julio a las 19h (17 hora solar aparente)														
Edificio	5348.9							12699			0	414920	77.57	414920

Tabla 6.1 Carga máxima de calefacción del edificio. Hipótesis simple 0.

Resumen de las cargas de calefacción de la zona: Edificio

	Externas				Ventilación			Totales			
	A (m ²)	Conducción (W)	Inf. lat. (W)	Inf. sens. (W)	Caudal (l/s)	Lat. (W)	Sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Total (W/m ²)	Total (W)
Carga máxima de calefacción por recinto											
P1	434.2	20978	0	0	575	3919	3288	4115	25480	68.16	29594
P2	434.2	11418	0	0	575	3919	3288	4115	15441	45.04	19556
P3	434.2	11418	0	0	575	3919	3288	4115	15441	45.04	19556
P4	434.2	11418	0	0	575	3919	3288	4115	15441	45.04	19556
P5	434.2	11418	0	0	575	3919	3288	4115	15441	45.04	19556
P6	434.2	11418	0	0	575	3919	3288	4115	15441	45.04	19556
P7	434.2	11432	0	0	575	3919	3288	4115	15455	45.07	19570
B1	176.6	5380	0	0	1763	12012	10078	12612	16232	163.28	28844
B2	59.5	3413	0	0	1763	12012	10078	12612	14166	449.86	26778
S1	219.2	24566	0	0	575	3919	3288	4115	29247	152.19	33361
P8	139.5	13567	0	0	288	1959	1644	2057	15971	129.27	18029
N COM -1	68.5	5926	0	0	171	1168	980	1226	7251	123.69	8478
GARAJE	332.9	23524	0	0	832	5672	4759	5956	29697	107.09	35653
N COM -2	332.9	8963	0	0	832	5672	4759	5956	14408	61.17	20364
N COM -3	332.9	29976	0	0	832	5672	4759	5956	36472	127.44	42427
N COM PB	163.1	4444	0	0	408	2779	2332	2918	7115	61.51	10033
N COM P1	51.0	569	0	0	128	870	730	913	1364	44.61	2277
N COM P2	51.0	507	0	0	128	870	730	913	1299	43.33	2212
N COM P4	51.0	507	0	0	128	870	730	913	1299	43.33	2212
N COM P3	51.0	507	0	0	128	870	730	913	1299	43.33	2212
N COM P5	51.0	507	0	0	128	870	730	913	1299	43.33	2212
N COM P6	51.0	507	0	0	128	870	730	913	1299	43.33	2212
N COM P7	51.0	507	0	0	128	870	730	913	1299	43.33	2212
N COM P8	41.8	926	0	0	105	713	598	749	1600	56.13	2349
SALA P8	35.3	5262	0	0	88	601	504	631	6055	189.56	6686
N COM P9	50.0	1426	0	0	125	851	714	894	2248	62.87	3142
Carga máxima simultánea de calefacción para el conjunto de recintos											
Edificio	5348.9				12699			90877	307756	74.53	398633

Tabla 6.2 Carga máxima de calefacción del edificio. Hipótesis simple 0.

6.1.2 RESULTADO DE CÁLCULO DE CARGAS DE LA HIPOTESIS SIMPLE 1

En la hipótesis simple de carga se han considerado a efectos de cálculo los datos de la envolvente térmica modificando las características de la transmitancia térmica del muro cortina, en la que se emplea un nuevo vidrio complementario, doblando el espesor del existente. Se ha obtenido una carga máxima total de refrigeración de 396.250 W (Tabla 6.3) y una carga máxima total de calefacción de 353.852 W (Tabla 6.4) y una carga máxima total de calefacción.

Podemos observar un gráfico de la evolución de la carga anual del edificio. (Fig.6.2)

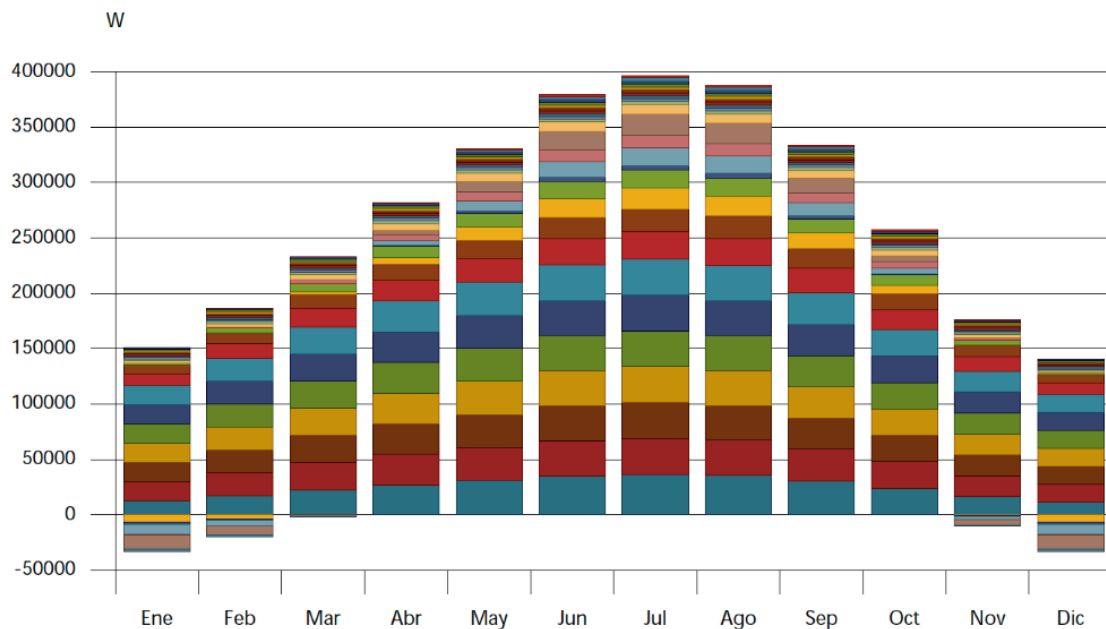


Figura 6.2 Carga anual del edificio. Hipótesis simple 1.

Resumen de las cargas de refrigeración de la zona: Edificio

	Externas					Internas		Ventilación			Totales			
	A (m²)	Conducción (W)	Solar (W)	Inf. lat. (W)	Inf. sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Caudal (l/s)	Lat. (W)	Sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Total (W/m²)	Total (W)
Carga máxima de refrigeración por recinto														
P1	434	6110	15497	0	0	2220	11699	575	-4391	1416	0	36457	84	36457
P2	434	2412	15348	0	0	2220	11666	575	-4391	1416	0	32384	75	32384
P3	434	2412	15348	0	0	2220	11666	575	-4391	1416	0	32384	75	32384
P4	434	2412	15348	0	0	2220	11666	575	-4391	1416	0	32384	75	32384
P5	434	2412	15348	0	0	2220	11666	575	-4391	1416	0	32384	75	32384
P6	434	2412	15348	0	0	2220	11666	575	-4391	1416	0	32384	75	32384
P7	434	2432	15457	0	0	2220	11691	575	-4391	1416	0	32545	75	32545
B1	177	1418	5573	0	0	6495	12419	1763	-12738	4662	0	25277	143	25277
B2	60	1096	3376	0	0	6495	10344	1763	-13460	4339	0	20113	338	20113
S1	219	9246	0	0	0	2220	7293	575	-4156	1521	0	18963	87	18963
P8	139	4148	6498	0	0	1185	4275	288	-2196	708	0	16410	118	16410
N COM -1	69	2374	0	0	0	617	1234	171	-1238	453	0	4265	62	4265
GARAJE	333	7685	0	0	0	2996	5808	832	-6015	2202	0	16480	50	16480
N COM -2	333	2459	0	0	0	2996	5785	832	-6015	2202	0	10968	33	10968
N COM -3	333	10773	0	0	0	2996	5785	832	-6015	2202	0	19698	59	19698
N COM PB	163	1061	3616	0	0	1468	2940	408	-2913	1093	0	9145	56	9145
N COM P1	51	99	1189	0	0	459	929	128	-984	305	0	2648	52	2648
N COM P2	51	75	1189	0	0	459	929	128	-984	305	0	2623	51	2623
N COM P4	51	75	1189	0	0	459	929	128	-984	305	0	2623	51	2623
N COM P3	51	75	1189	0	0	459	929	128	-984	305	0	2623	51	2623
N COM P5	51	75	1189	0	0	459	929	128	-984	305	0	2623	51	2623
N COM P6	51	75	1189	0	0	459	929	128	-984	305	0	2623	51	2623
N COM P7	51	75	1194	0	0	459	932	128	-984	305	0	2631	52	2631
N COM P8	42	240	1194	0	0	377	764	105	-807	250	0	2571	61	2571
SALA P8	35	2122	0	0	0	317	651	88	-637	233	0	3156	89	3156
N COM P9	50	442	0	0	0	450	935	125	-1036	268	0	1728	35	1728
Carga máxima simultánea de refrigeración para el conjunto de recintos: 21 de Julio a las 19h (17 hora solar aparente)														
Edificio	5348.9							12699			0 396295 74.09 396295			

Tabla 6.3 Carga máxima de refrigeración del edificio. Hipótesis simple 1

Resumen de las cargas de calefacción de la zona: Edificio

	Externas				Ventilación			Totales			
	A (m ²)	Conducción (W)	Inf. lat. (W)	Inf. sens. (W)	Caudal (l/s)	Lat. (W)	Sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Total (W/m ²)	Total (W)
Carga máxima de calefacción por recinto											
P1	434.2	16068	0	0	575	3919	3288	4115	20324	56.29	24439
P2	434.2	6508	0	0	575	3919	3288	4115	10285	33.17	14400
P3	434.2	6508	0	0	575	3919	3288	4115	10285	33.17	14400
P4	434.2	6508	0	0	575	3919	3288	4115	10285	33.17	14400
P5	434.2	6508	0	0	575	3919	3288	4115	10285	33.17	14400
P6	434.2	6508	0	0	575	3919	3288	4115	10285	33.17	14400
P7	434.2	6521	0	0	575	3919	3288	4115	10300	33.20	14414
B1	176.6	3580	0	0	1763	12012	10078	12612	14341	152.58	26954
B2	59.5	2607	0	0	1763	12012	10078	12612	13319	435.64	25932
S1	219.2	24566	0	0	575	3919	3288	4115	29247	152.19	33361
P8	139.5	11546	0	0	288	1959	1644	2057	13849	114.05	15907
N COM -1	68.5	5926	0	0	171	1168	980	1226	7251	123.69	8478
GARAJE	332.9	23524	0	0	832	5672	4759	5956	29697	107.09	35653
N COM -2	332.9	8963	0	0	832	5672	4759	5956	14408	61.17	20364
N COM -3	332.9	29976	0	0	832	5672	4759	5956	36472	127.44	42427
N COM PB	163.1	3122	0	0	408	2779	2332	2918	5727	53.00	8645
N COM P1	51.0	278	0	0	128	870	730	913	1058	38.63	1972
N COM P2	51.0	216	0	0	128	870	730	913	993	37.35	1906
N COM P4	51.0	216	0	0	128	870	730	913	993	37.35	1906
N COM P3	51.0	216	0	0	128	870	730	913	993	37.35	1906
N COM P5	51.0	216	0	0	128	870	730	913	993	37.35	1906
N COM P6	51.0	216	0	0	128	870	730	913	993	37.35	1906
N COM P7	51.0	216	0	0	128	870	730	913	993	37.35	1906
N COM P8	41.8	635	0	0	105	713	598	749	1295	48.83	2043
SALA P8	35.3	5262	0	0	88	601	504	631	6055	189.56	6686
N COM P9	50.0	1426	0	0	125	851	714	894	2248	62.87	3142
Carga máxima simultánea de calefacción para el conjunto de recintos											
Edificio	5348.9				12699			90877 262975 66.15 353852			

Tabla 6.4 Carga máxima de refrigeración del edificio. Hipótesis simple 1

6.1.3 RESULTADO DE CÁLCULO DE CARGAS DE LA HIPOTESIS SIMPLE 5

En la hipótesis simple de carga se han considerado a efectos de cálculo los parámetros de la envolvente térmica, características de ocupación. Se modifican los datos de las instalaciones de alumbrado, se sustituye las iluminaciones existentes fluorescentes y de incandescencia por tipo LED. Se ha obtenido una carga máxima total de refrigeración de 389.737 W (Tabla 6.5) y una carga máxima total de calefacción de 398.633 W (Tabla 6.6) y una carga máxima total de calefacción.

Podemos observar un gráfico de la evolución de la carga anual del edificio. (Fig.6.3)

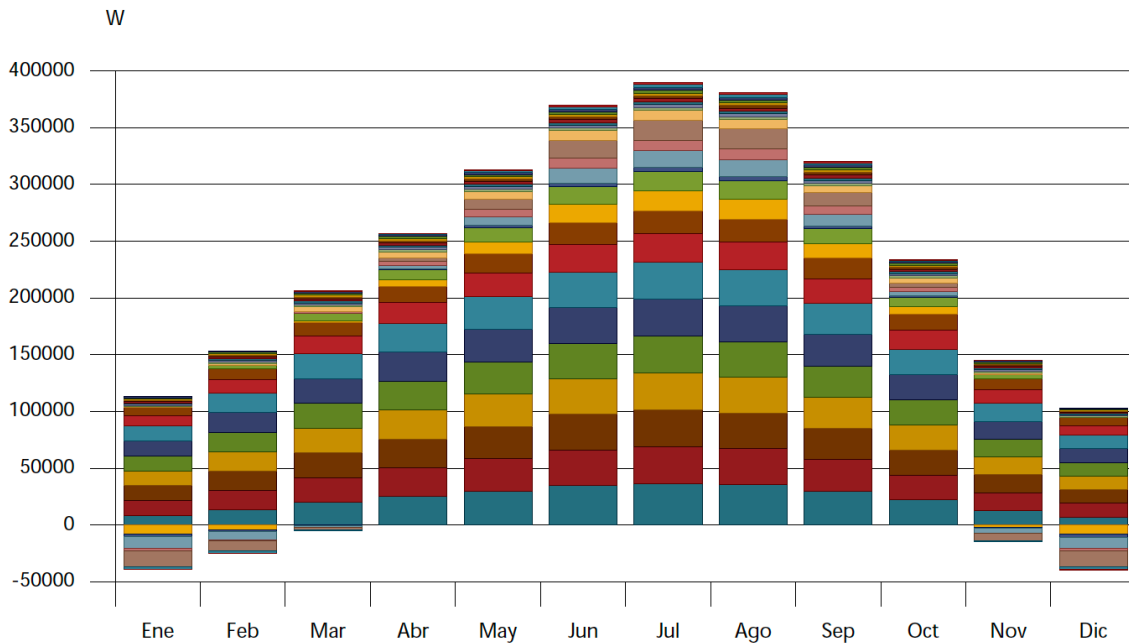


Figura 6.3 Carga anual del edificio. Hipótesis simple 5.

Resumen de las cargas de refrigeración de la zona: Edificio

	Externas					Internas		Ventilación			Totales			
	A (m²)	Conducción (W)	Solar (W)	Inf. lat. (W)	Inf. sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Caudal (l/s)	Lat. (W)	Sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Total (W/m²)	Total (W)
Carga máxima de refrigeración por recinto														
P1	434	7984	15646	0	0	2220	9774	575	-4391	1416	0	36560	84	36560
P2	434	4265	15489	0	0	2220	9750	575	-4391	1416	0	32465	75	32465
P3	434	4265	15489	0	0	2220	9750	575	-4391	1416	0	32465	75	32465
P4	434	4265	15489	0	0	2220	9750	575	-4391	1416	0	32465	75	32465
P5	434	4265	15489	0	0	2220	9750	575	-4391	1416	0	32465	75	32465
P6	434	4265	15489	0	0	2220	9750	575	-4391	1416	0	32465	75	32465
P7	434	4295	15605	0	0	2220	9769	575	-4391	1416	0	32638	75	32638
B1	177	2148	5623	0	0	6495	11662	1763	-12738	4662	0	25300	143	25300
B2	60	1412	3396	0	0	6495	10117	1763	-13460	4339	0	20227	340	20227
S1	219	9246	0	0	0	2220	6318	575	-4156	1521	0	17939	82	17939
P8	139	4921	6557	0	0	1185	3656	288	-2196	708	0	16634	119	16634
N COM -1	69	2374	0	0	0	617	924	171	-1238	453	0	3939	57	3939
GARAJE	333	7685	0	0	0	2996	4346	832	-6015	2202	0	14944	45	14944
N COM -2	333	2459	0	0	0	2996	4328	832	-6015	2202	0	9438	28	9438
N COM -3	333	10773	0	0	0	2996	4328	832	-6015	2202	0	18168	55	18168
N COM PB	163	1597	3656	0	0	1468	2205	408	-2913	1093	0	8980	55	8980
N COM P1	51	208	1198	0	0	459	696	128	-984	305	0	2529	50	2529
N COM P2	51	184	1198	0	0	459	696	128	-984	305	0	2503	49	2503
N COM P4	51	184	1198	0	0	459	696	128	-984	305	0	2503	49	2503
N COM P3	51	184	1198	0	0	459	696	128	-984	305	0	2503	49	2503
N COM P5	51	184	1198	0	0	459	696	128	-984	305	0	2503	49	2503
N COM P6	51	184	1198	0	0	459	696	128	-984	305	0	2503	49	2503
N COM P7	51	185	1204	0	0	459	699	128	-984	305	0	2512	49	2512
N COM P8	42	350	1203	0	0	377	573	105	-807	250	0	2496	60	2496
SALA P8	35	2122	0	0	0	317	487	88	-637	233	0	2985	85	2985
N COM P9	50	442	0	0	0	450	700	125	-1036	268	0	1481	30	1481
Carga máxima simultánea de refrigeración para el conjunto de recintos: 21 de Julio a las 19h (17 hora solar aparente)														
Edificio	5348.9							12699			0 389736 72.86 389736			

Tabla 6.5 Carga máxima de refrigeración del edificio. Hipótesis simple 5

Resumen de las cargas de calefacción de la zona: Edificio

	Externas				Ventilación			Totales			
	A (m ²)	Conducción (W)	Inf. lat. (W)	Inf. sens. (W)	Caudal (l/s)	Lat. (W)	Sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Total (W/m ²)	Total (W)
Carga máxima de calefacción por recinto											
P1	434.2	20978	0	0	575	3919	3288	4115	25480	68.16	29594
P2	434.2	11418	0	0	575	3919	3288	4115	15441	45.04	19556
P3	434.2	11418	0	0	575	3919	3288	4115	15441	45.04	19556
P4	434.2	11418	0	0	575	3919	3288	4115	15441	45.04	19556
P5	434.2	11418	0	0	575	3919	3288	4115	15441	45.04	19556
P6	434.2	11418	0	0	575	3919	3288	4115	15441	45.04	19556
P7	434.2	11432	0	0	575	3919	3288	4115	15455	45.07	19570
B1	176.6	5380	0	0	1763	12012	10078	12612	16232	163.28	28844
B2	59.5	3413	0	0	1763	12012	10078	12612	14166	449.86	26778
S1	219.2	24566	0	0	575	3919	3288	4115	29247	152.19	33361
P8	139.5	13567	0	0	288	1959	1644	2057	15971	129.27	18029
N COM -1	68.5	5926	0	0	171	1168	980	1226	7251	123.69	8478
GARAJE	332.9	23524	0	0	832	5672	4759	5956	29697	107.09	35653
N COM -2	332.9	8963	0	0	832	5672	4759	5956	14408	61.17	20364
N COM -3	332.9	29976	0	0	832	5672	4759	5956	36472	127.44	42427
N COM PB	163.1	4444	0	0	408	2779	2332	2918	7115	61.51	10033
N COM P1	51.0	569	0	0	128	870	730	913	1364	44.61	2277
N COM P2	51.0	507	0	0	128	870	730	913	1299	43.33	2212
N COM P4	51.0	507	0	0	128	870	730	913	1299	43.33	2212
N COM P3	51.0	507	0	0	128	870	730	913	1299	43.33	2212
N COM P5	51.0	507	0	0	128	870	730	913	1299	43.33	2212
N COM P6	51.0	507	0	0	128	870	730	913	1299	43.33	2212
N COM P7	51.0	507	0	0	128	870	730	913	1299	43.33	2212
N COM P8	41.8	926	0	0	105	713	598	749	1600	56.13	2349
SALA P8	35.3	5262	0	0	88	601	504	631	6055	189.56	6686
N COM P9	50.0	1426	0	0	125	851	714	894	2248	62.87	3142
Carga máxima simultánea de calefacción para el conjunto de recintos											
Edificio	5348.9				12699			90877 307756 74.53 398633			

Tabla 6.6 Carga máxima de calefacción del edificio. Hipótesis simple 5

6.1.4 RESULTADO DE CÁLCULO DE CARGAS HIPOTESIS COMBINADA 1

En la hipótesis simple de carga se han considerado a efectos de cálculo los parámetros de la envolvente térmica modificando las características de la transmitancia térmica del muro cortina, en la que se emplea un nuevo vidrio complementario, doblando el espesor del existente. También se han modificado los datos de las instalaciones de alumbrado, se sustituye las iluminaciones existentes fluorescentes y de incandescencia por tipo LED. Se ha obtenido una carga máxima total de refrigeración de 371.184 W (Tabla 6.7) y una carga máxima total de calefacción de 353.852 W (Tabla 6.8) y una carga máxima total de calefacción.

Podemos observar un gráfico de la evolución de la carga anual del edificio. (Fig.6.4)

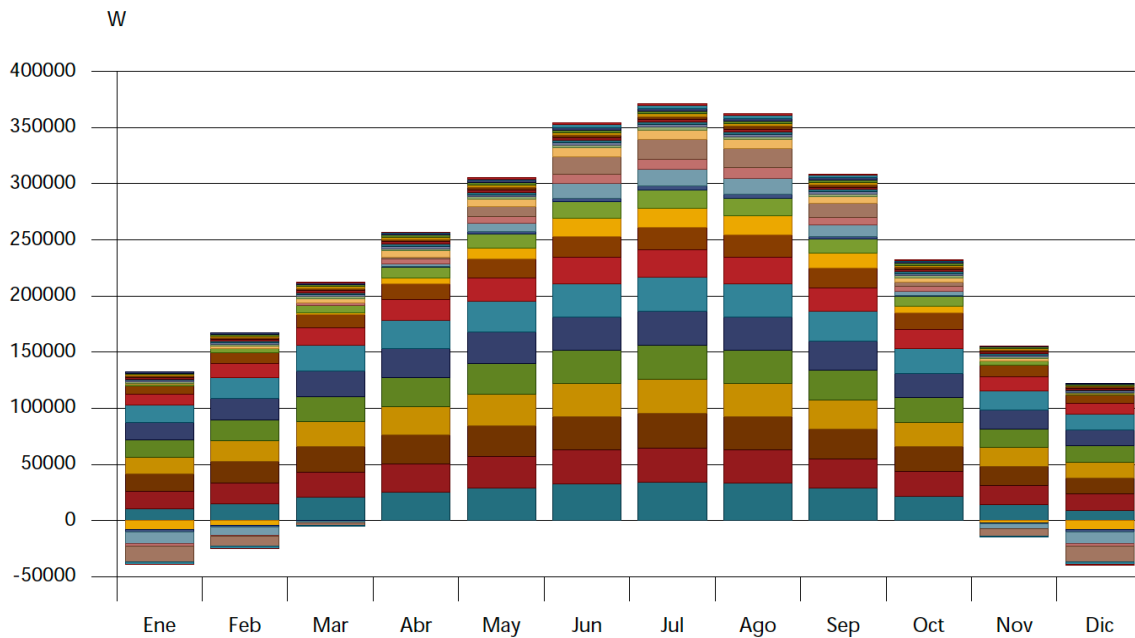


Figura 6.4 Carga anual del edificio. Hipótesis combinada 1.

Resumen de las cargas de refrigeración de la zona: Edificio

	Externas					Internas		Ventilación			Totales			
	A (m²)	Conducción (W)	Solar (W)	Inf. lat. (W)	Inf. sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Caudal (l/s)	Lat. (W)	Sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Total (W/m²)	Total (W)
Carga máxima de refrigeración por recinto														
P1	434	6110	15497	0	0	2220	9758	575	-4391	1416	0	34419	79	34419
P2	434	2412	15348	0	0	2220	9737	575	-4391	1416	0	30358	70	30358
P3	434	2412	15348	0	0	2220	9737	575	-4391	1416	0	30358	70	30358
P4	434	2412	15348	0	0	2220	9737	575	-4391	1416	0	30358	70	30358
P5	434	2412	15348	0	0	2220	9737	575	-4391	1416	0	30358	70	30358
P6	434	2412	15348	0	0	2220	9737	575	-4391	1416	0	30358	70	30358
P7	434	2432	15457	0	0	2220	9752	575	-4391	1416	0	30510	70	30510
B1	177	1418	5573	0	0	6495	11622	1763	-12738	4662	0	24440	138	24440
B2	60	1096	3376	0	0	6495	10067	1763	-13460	4339	0	19821	333	19821
S1	219	9246	0	0	0	2220	6318	575	-4156	1521	0	17939	82	17939
P8	139	4148	6498	0	0	1185	3649	288	-2196	708	0	15753	113	15753
N COM -1	69	2374	0	0	0	617	924	171	-1238	453	0	3939	57	3939
GARAJE	333	7685	0	0	0	2996	4346	832	-6015	2202	0	14944	45	14944
N COM -2	333	2459	0	0	0	2996	4328	832	-6015	2202	0	9438	28	9438
N COM -3	333	10773	0	0	0	2996	4328	832	-6015	2202	0	18168	55	18168
N COM PB	163	1061	3616	0	0	1468	2200	408	-2913	1093	0	8368	51	8368
N COM P1	51	99	1189	0	0	459	695	128	-984	305	0	2403	47	2403
N COM P2	51	75	1189	0	0	459	695	128	-984	305	0	2377	47	2377
N COM P4	51	75	1189	0	0	459	695	128	-984	305	0	2377	47	2377
N COM P3	51	75	1189	0	0	459	695	128	-984	305	0	2377	47	2377
N COM P5	51	75	1189	0	0	459	695	128	-984	305	0	2377	47	2377
N COM P6	51	75	1189	0	0	459	695	128	-984	305	0	2377	47	2377
N COM P7	51	75	1194	0	0	459	697	128	-984	305	0	2385	47	2385
N COM P8	42	240	1194	0	0	377	572	105	-807	250	0	2369	57	2369
SALA P8	35	2122	0	0	0	317	487	88	-637	233	0	2985	85	2985
N COM P9	50	442	0	0	0	450	700	125	-1036	268	0	1481	30	1481
Carga máxima simultánea de refrigeración para el conjunto de recintos: 21 de Julio a las 19h (17 hora solar aparente)														
Edificio	5348.9							12699			0 371184 69.39 371184			

Tabla 6.7 Carga máxima de refrigeración del edificio. Hipótesis combinada 1.

Resumen de las cargas de calefacción de la zona: Edificio

	Externas				Ventilación			Totales			
	A (m ²)	Conducción (W)	Inf. lat. (W)	Inf. sens. (W)	Caudal (l/s)	Lat. (W)	Sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Total (W/m ²)	Total (W)
Carga máxima de calefacción por recinto											
P1	434.2	16068	0	0	575	3919	3288	4115	20324	56.29	24439
P2	434.2	6508	0	0	575	3919	3288	4115	10285	33.17	14400
P3	434.2	6508	0	0	575	3919	3288	4115	10285	33.17	14400
P4	434.2	6508	0	0	575	3919	3288	4115	10285	33.17	14400
P5	434.2	6508	0	0	575	3919	3288	4115	10285	33.17	14400
P6	434.2	6508	0	0	575	3919	3288	4115	10285	33.17	14400
P7	434.2	6521	0	0	575	3919	3288	4115	10300	33.20	14414
B1	176.6	3580	0	0	1763	12012	10078	12612	14341	152.58	26954
B2	59.5	2607	0	0	1763	12012	10078	12612	13319	435.64	25932
S1	219.2	24566	0	0	575	3919	3288	4115	29247	152.19	33361
P8	139.5	11546	0	0	288	1959	1644	2057	13849	114.05	15907
N COM -1	68.5	5926	0	0	171	1168	980	1226	7251	123.69	8478
GARAJE	332.9	23524	0	0	832	5672	4759	5956	29697	107.09	35653
N COM -2	332.9	8963	0	0	832	5672	4759	5956	14408	61.17	20364
N COM -3	332.9	29976	0	0	832	5672	4759	5956	36472	127.44	42427
N COM PB	163.1	3122	0	0	408	2779	2332	2918	5727	53.00	8645
N COM P1	51.0	278	0	0	128	870	730	913	1058	38.63	1972
N COM P2	51.0	216	0	0	128	870	730	913	993	37.35	1906
N COM P4	51.0	216	0	0	128	870	730	913	993	37.35	1906
N COM P3	51.0	216	0	0	128	870	730	913	993	37.35	1906
N COM P5	51.0	216	0	0	128	870	730	913	993	37.35	1906
N COM P6	51.0	216	0	0	128	870	730	913	993	37.35	1906
N COM P7	51.0	216	0	0	128	870	730	913	993	37.35	1906
N COM P8	41.8	635	0	0	105	713	598	749	1295	48.83	2043
SALA P8	35.3	5262	0	0	88	601	504	631	6055	189.56	6686
N COM P9	50.0	1426	0	0	125	851	714	894	2248	62.87	3142
Carga máxima simultánea de calefacción para el conjunto de recintos											
Edificio	5348.9				12699			90877 262975 66.15 353852			

Tabla 6.8 Carga máxima de calefacción del edificio. Hipótesis combinada 1.

6.2 RESULTADOS HIPOTESIS 0 – EL EDIFICIO EN SU ESTADO ACTUAL

La hipótesis simple cero consiste en obtener la calificación energética teniendo en cuenta el sistema actual de instalaciones, enfriadora y caldera, con sus potencias reales y el alumbrado y fachada en su estado original.

La siguiente gráfica de barras (Fig 6.5) muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica a través de elementos pesados y ligeros (Q_{op} y Q_w , respectivamente), la energía intercambiada por ventilación e infiltraciones (Q_{ve+inf}), la ganancia de calor interna debida a la ocupación (Q_{ocup}), a la iluminación (Q_{lum}) y al equipamiento interno (Q_{equip}), así como el aporte necesario de calefacción (Q_H) y refrigeración (Q_C).

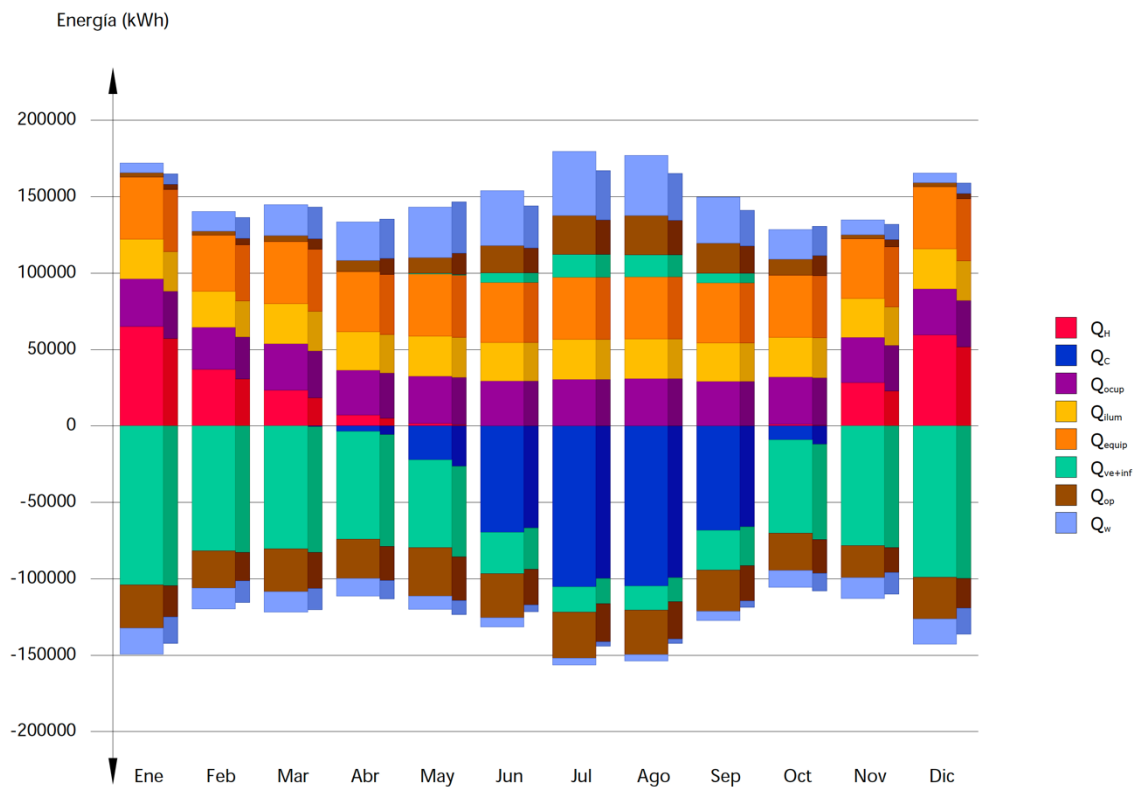


Figura 6.5 Balance energético anual del edificio. Hipótesis simple 0

Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos (Fig. 6.6).

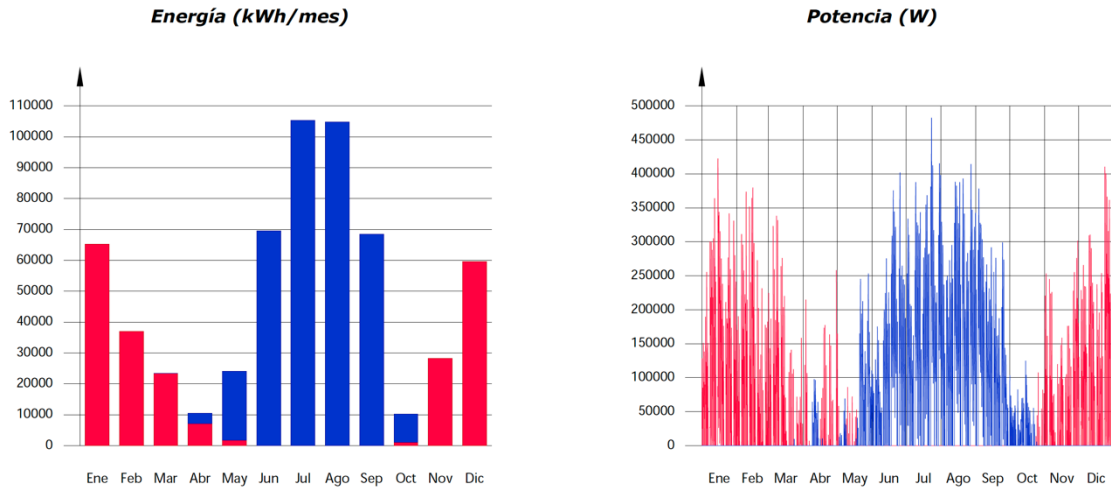


Figura 6.6 Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración. Hipótesis 0

La figura 6.7 muestra la evolución de la temperatura operativa interior en condiciones de libre evolución. En dicha figura se representa la evolución de las temperaturas mínima, máxima y media de cada día de cálculo:

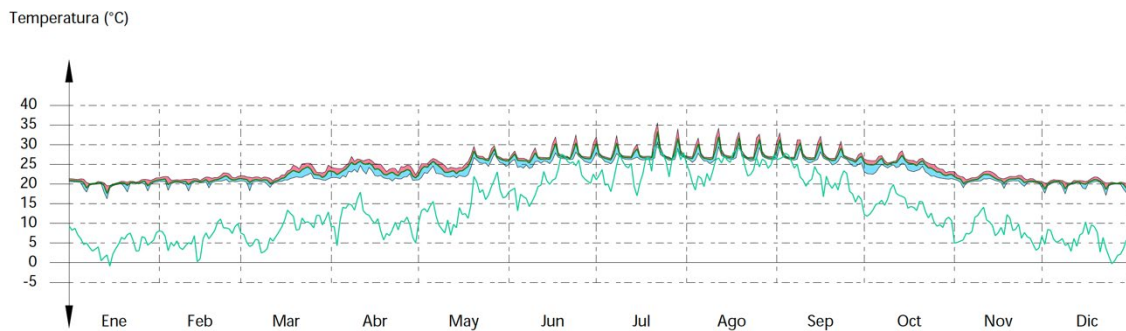


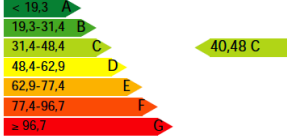
Figura 6.7 Evolución de la temperatura mensual. Hipótesis simple 0

La etiqueta de calificación energética que obtiene el edificio en cuanto a emisiones, consumo de energía primaria no renovable y calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración es la siguiente (Fig. 6.8).

Calificación energética del edificio

Zona climática	D3	Uso	Otros usos
----------------	----	-----	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

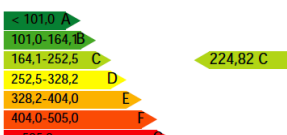
INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	C	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]	G
	12.43		0.14	
	Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN
Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]		C	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	C
8.9			19.02	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	28.50	152419.42
Emisiones CO2 por otros combustibles	11.99	64116.77

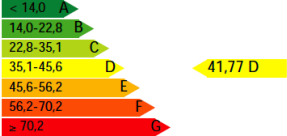
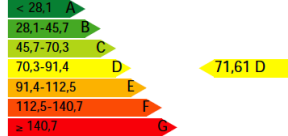
2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
	Energía primaria calefacción [kWh/m²·año]	D	Energía primaria ACS [kWh/m²·año]	G	
	59.36		0.65		
			REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN
Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m²·año] ¹	Energía primaria refrigeración [kWh/m²·año]	C	Energía primaria iluminación [kWh/m²·año]	D	
	52.56		112.25		

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
	
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Figura 6.8 Calificación energética. Hipótesis simple 0

6.3 RESULTADOS HIPOTESIS SIMPLE 1 – CAMBIO DE FACHADA (PASIVO)

La hipótesis simple 1 consiste en obtener la calificación energética teniendo en cuenta el sistema actual de instalaciones, enfriadora y caldera, con sus potencias reales, el alumbrado en su estado original y la modificación de la fachada incluyendo en el muro cortina una capa adosada de vidrio marca SGG Cool-lite modelo STB 120 color azul de espesor 6mm (En los anexos se encuentra la ficha técnica completa).

La siguiente gráfica de barras (Fig 6.9) muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica a través de elementos pesados y ligeros (Q_{op} y Q_w , respectivamente), la energía intercambiada por ventilación e infiltraciones (Q_{ve+inf}), la ganancia de calor interna debida a la ocupación (Q_{ocup}), a la iluminación (Q_{ilum}) y al equipamiento interno (Q_{equip}), así como el aporte necesario de calefacción (Q_H) y refrigeración (Q_C).

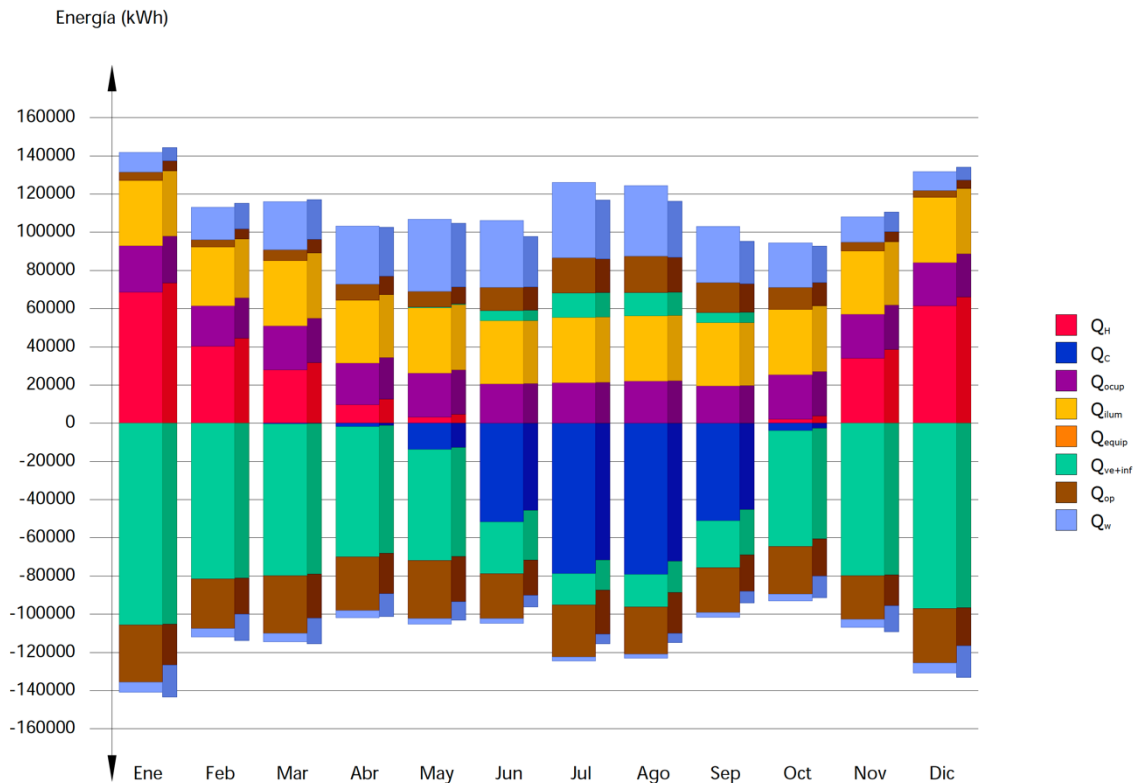


Figura 6.9 Balance energético anual del edificio. Hipótesis simple 1

Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos (Fig. 6.10).

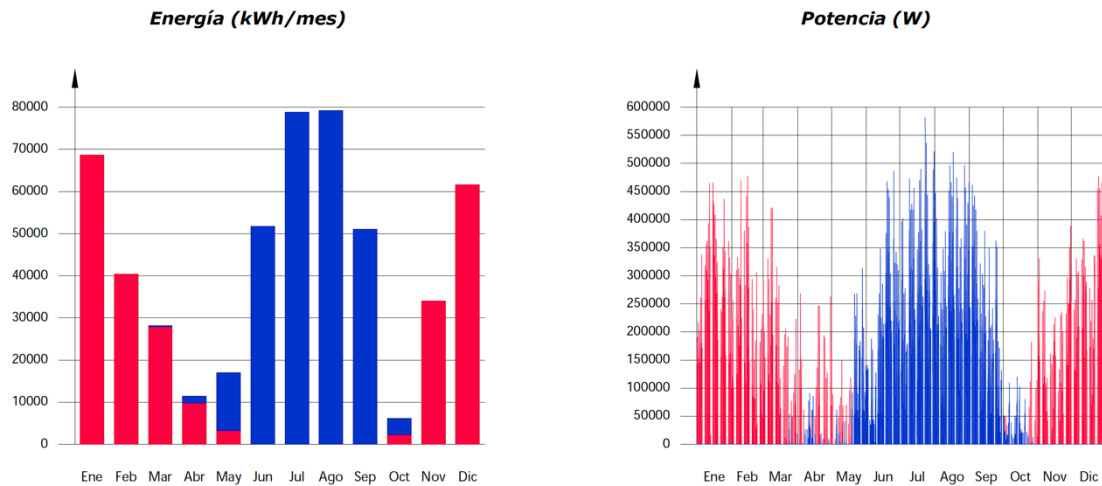


Figura 6.10 Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración. Hipótesis simple 1

La figura 6.11 muestra la evolución de la temperatura operativa interior en condiciones de libre evolución. En dicha figura se representa la evolución de las temperaturas mínima, máxima y media de cada día de cálculo:

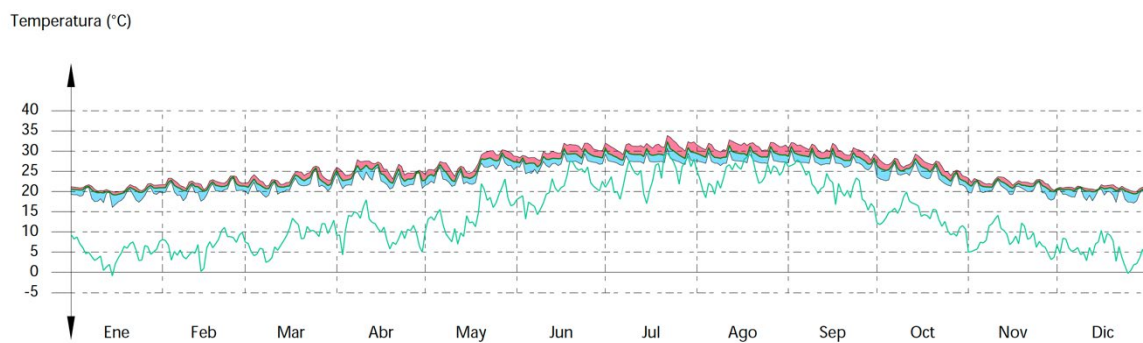


Figura 6.11 Evolución de la temperatura mensual. Hipótesis simple 1

La etiqueta de calificación energética que obtiene el edificio en cuanto a emisiones, consumo de energía primaria no renovable y calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración es la siguiente (Fig. 6.12).

Calificación energética del edificio

Zona climática	D3	Uso	Otros usos
-----------------------	----	------------	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN	ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	B	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]
	14.47		0.16
Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN	
	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	C	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]
	6.07		24.89

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	32.85	175709.39
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	14.20	75980.10

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN	ACS	
	Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año]	C	Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año]
	68.85		0.76
Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m ² ·año] ¹	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN	
	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año]	C	Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año]
	35.86		146.95

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Figura 6.12 Calificación energética. Hipótesis simple 1

6.4 RESULTADOS HIPOTESIS SIMPLE 2 – SISTEMA DE EXPANSIÓN DIRECTA VRF (ACTIVO)

La hipótesis simple 2 consiste en obtener la calificación energética teniendo en cuenta los parámetros de la envolvente térmica, características de ocupación y alumbrado actuales. En cuanto instalaciones se introducen los datos de un sistema de expansión directa mediante de Volumen de refrigerante variable (VRV) a tres tubos (ver ficha técnica del equipo seleccionado en el anexo) con una potencia elegida según el cálculo de cargas térmicas inicial. (Fig 6.13)

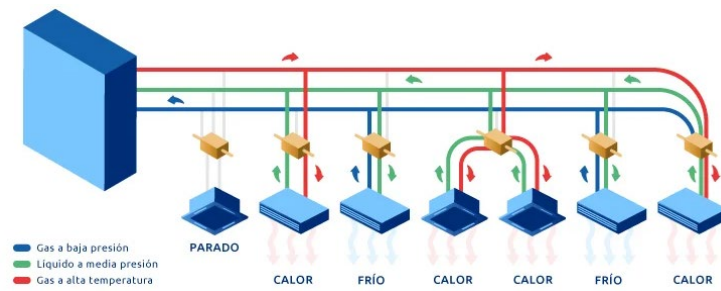


Figura 6.13 Esquema instalación VRV tres tubos.

La siguiente gráfica de barras (Fig 6.14) muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica a través de elementos pesados y ligeros (Q_{op} y Q_w , respectivamente), la energía intercambiada por ventilación e infiltraciones (Q_{ve+inf}), la ganancia de calor interna debida a la ocupación (Q_{ocup}), a la iluminación (Q_{ilum}) y al equipamiento interno (Q_{equip}), así como el aporte necesario de calefacción (Q_H) y refrigeración (Q_C).

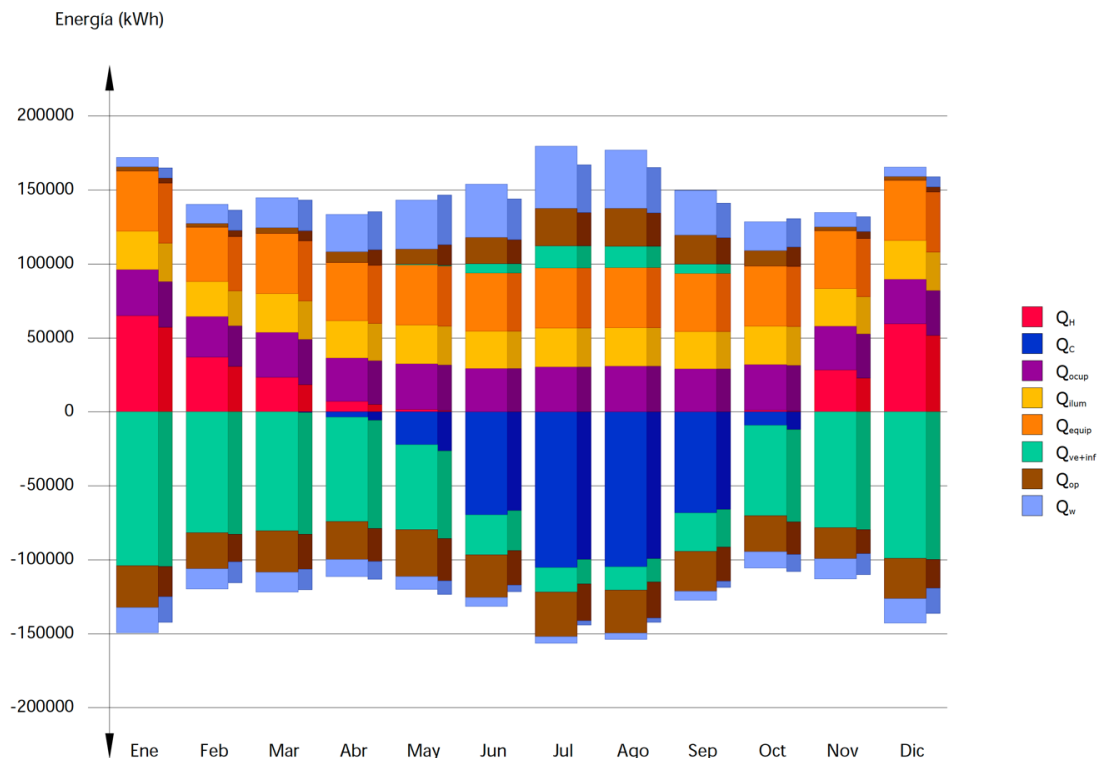


Figura 6.14 Balance energético anual del edificio. Hipótesis simple 2.

Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos (Fig. 6.15).

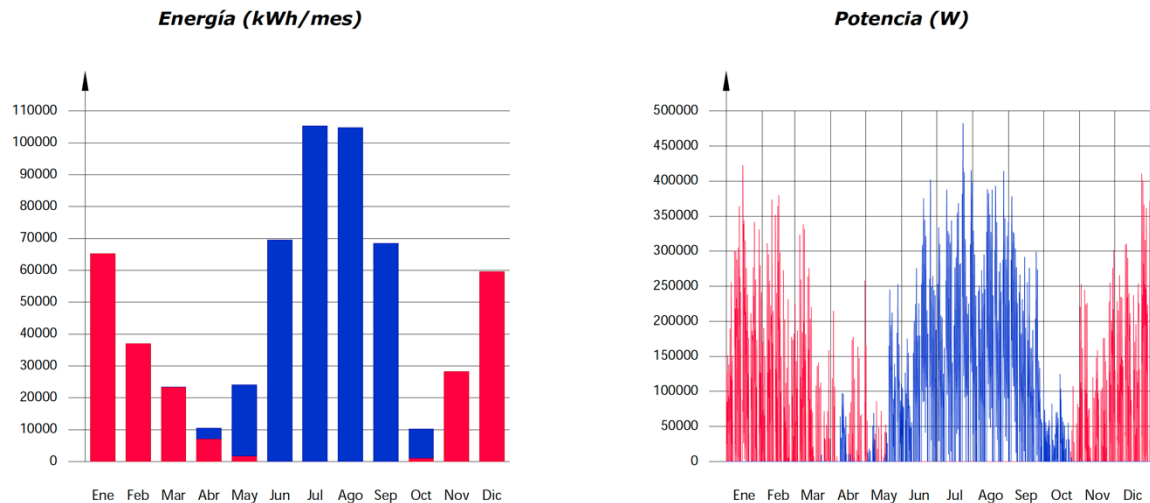


Figura 6.15 Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración. Hipótesis simple 2

La figura 6.16 muestra la evolución de la temperatura operativa interior en condiciones de libre evolución. En dicha figura se representa la evolución de las temperaturas mínima, máxima y media de cada día de cálculo:

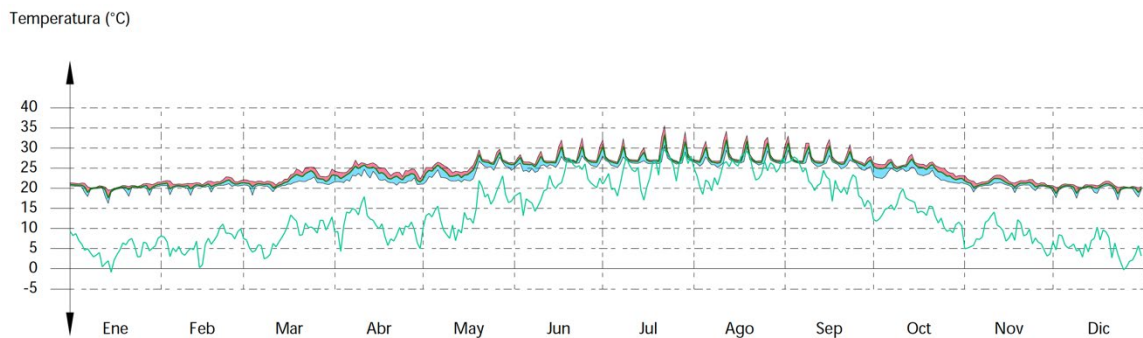


Figura 6.16 Evolución de la temperatura mensual. Hipótesis simple 2.

La etiqueta de calificación energética que obtiene el edificio en cuanto a emisiones, consumo de energía primaria no renovable y calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración es la siguiente (Fig. 6.17).

Calificación energética del edificio

Zona climática	D3	Uso	Otros usos
----------------	----	-----	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	CALEFACCIÓN	ACS
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]
	4.2	0.05
	Emisiones globales [kgCO₂/m²·año]¹	Emisiones refrigeración [kgCO₂/m²·año]
	9.19	19.02

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	32.46	173603.58
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	0.00	1.94

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	CALEFACCIÓN	ACS
	Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año]	Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año]
	24.81	0.3
	Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m²·año]¹	Consumo refrigeración [kWh/m²·año]
	54.24	112.25

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción [kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración [kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Figura 6.17 Calificación energética. Hipótesis simple 2

6.5 RESULTADOS HIPOTESIS SIMPLE 3 – SISTEMA HIDRÓNICO CON BOMBA DE CALOR (ACTIVO)

La hipótesis simple 3 consiste en obtener la calificación energética teniendo en cuenta los parámetros de la envolvente térmica, características de ocupación, alumbrado. En cuanto instalaciones se introducen los datos de un sistema de climatización hidrónico por bomba de calor (ver ficha técnica del equipo seleccionado en el anexo) con una potencia elegida según el cálculo de cargas térmicas inicial (Fig 6.18).

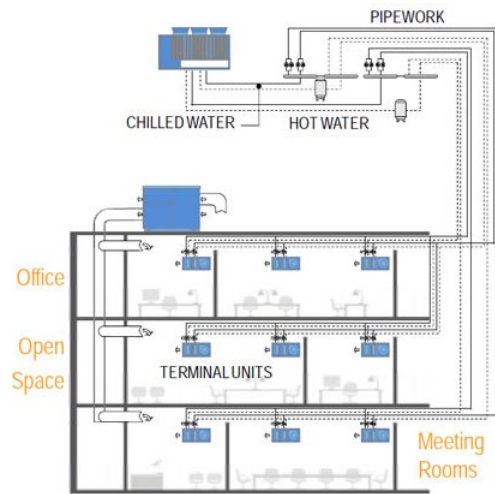


Figura 6.18 Esquema instalación sistema hidrónico con bomba de calor.

La siguiente gráfica de barras (Fig 6.19) muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica a través de elementos pesados y ligeros (Q_{op} y Q_w , respectivamente), la energía intercambiada por ventilación e infiltraciones (Q_{ve+inf}), la ganancia de calor interna debida a la ocupación (Q_{ocup}), a la iluminación (Q_{lum}) y al equipamiento interno (Q_{equip}), así como el aporte necesario de calefacción (Q_H) y refrigeración (Q_C)

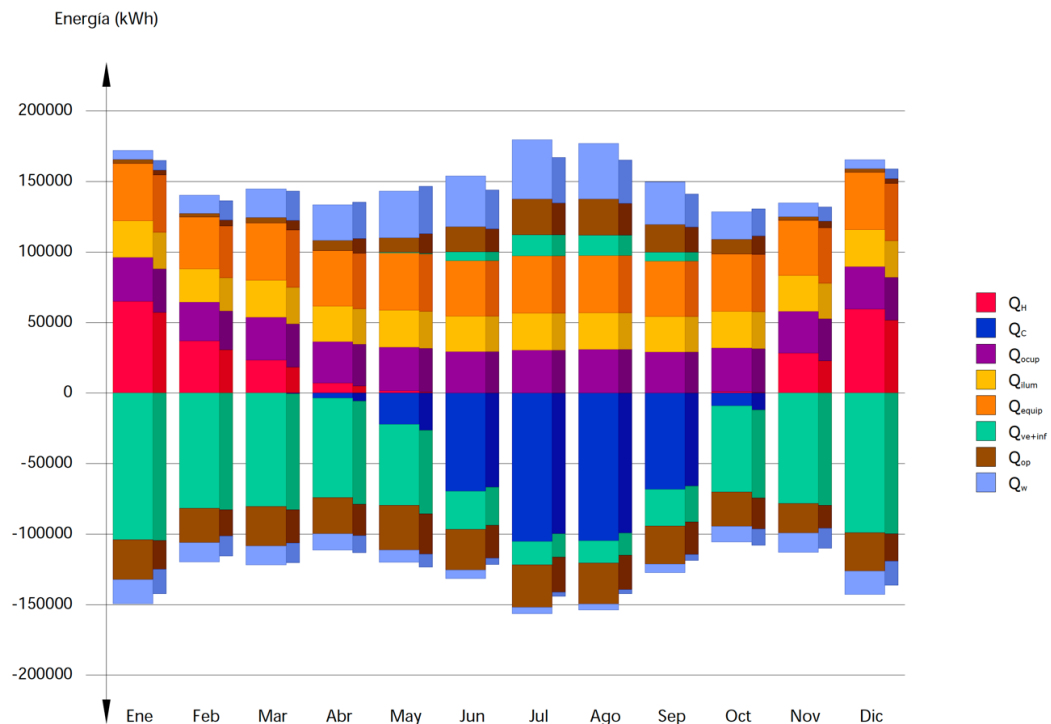


Figura 6.19 Balance energético anual del edificio. Hipótesis simple 3.

Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos (Fig. 6.20).

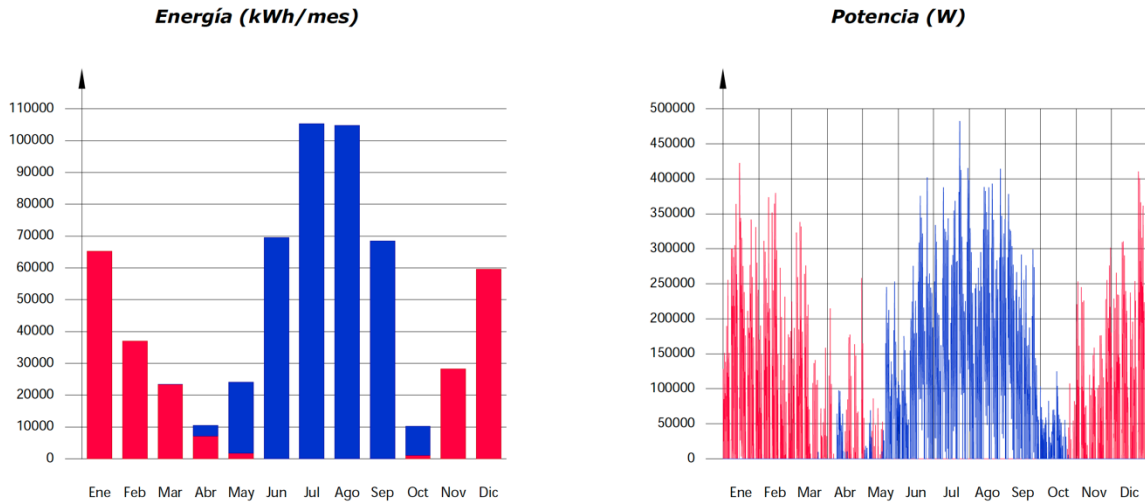


Figura 6.20 Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración. Hipótesis simple 3.

La figura 6.21 muestra la evolución de la temperatura operativa interior en condiciones de libre evolución. En dicha figura se representa la evolución de las temperaturas mínima, máxima y media de cada día de cálculo:

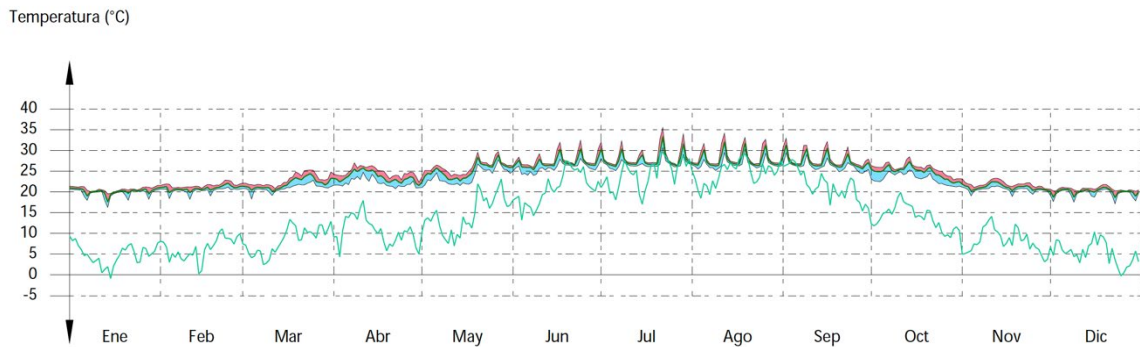


Figura 6.21 Evolución de la temperatura mensual. Hipótesis simple 3.

La etiqueta de calificación energética que obtiene el edificio en cuanto a emisiones, consumo de energía primaria no renovable y calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración son las siguientes (Fig. 6.22).

Calificación energética del edificio

Zona climática	D3	Uso	Otros usos
-----------------------	----	------------	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN		ACS
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]
	4.02		0.05
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN
Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	B	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]
	8.32		19.02

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	31.40	167967.61
Emisiones CO2 por otros combustibles	0.00	0.00

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN		ACS
	Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año]	B	Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año]
	23.73		0.3
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN
Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m ² ·año] ¹	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año]	B	Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año]
	49.1		112.25

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Figura 6.22 Calificación energética. Hipótesis simple 3.

6.6 RESULTADOS HIPOTESIS SIMPLE 4 – SISTEMA HIDRÓNICO DE CONDESANCIÓN POR AGUA GEOTERMIA (ACTIVO)

La hipótesis simple 4 consiste en obtener la calificación energética teniendo en cuenta los parámetros de la envolvente térmica, características de ocupación, alumbrado. En cuanto instalaciones se introducen los datos de un sistema de climatización hidrónico por bomba de calor geotérmica (ver ficha técnica del equipo seleccionado en el anexo) con una potencia elegida según el cálculo de cargas térmicas inicial (Fig 6.23).

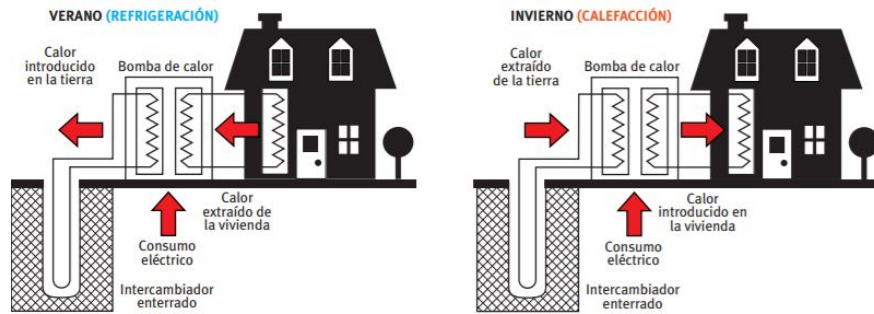


Figura 6.23 Esquema sistema climatización hidrónico por geotermia

La siguiente gráfica de barras (Fig 6.24) muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica a través de elementos pesados y ligeros (Q_{op} y Q_w , respectivamente), la energía intercambiada por ventilación e infiltraciones (Q_{ve+inf}), la ganancia de calor interna debida a la ocupación (Q_{ocup}), a la iluminación (Q_{ilum}) y al equipamiento interno (Q_{equip}), así como el aporte necesario de calefacción (Q_H) y refrigeración (Q_C).

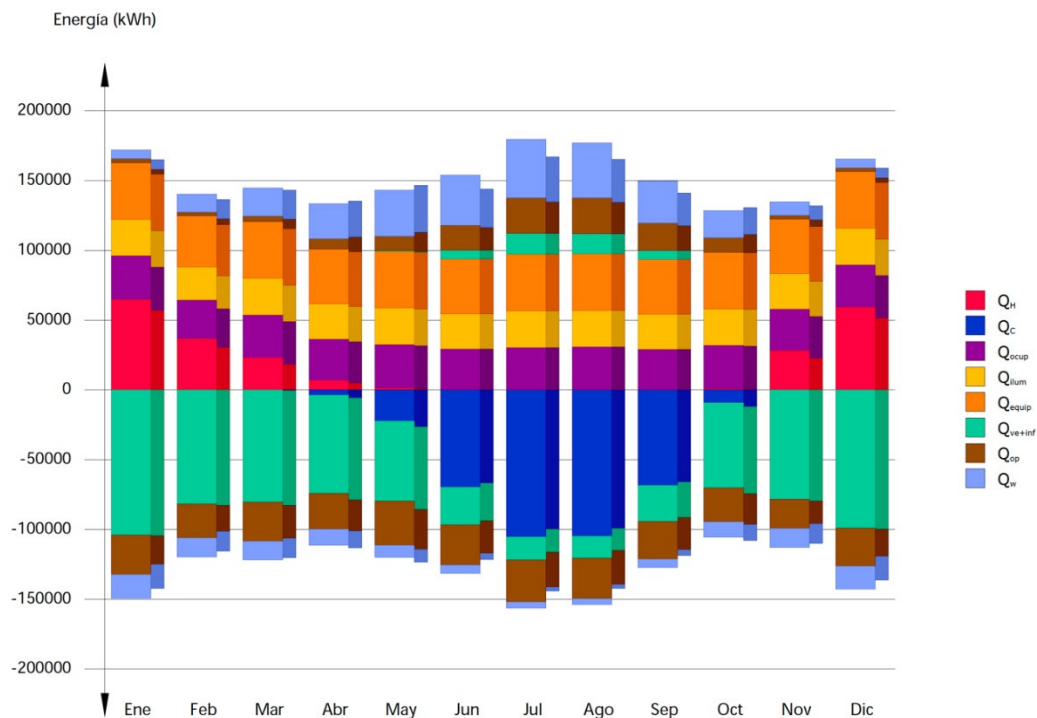


Figura 6.24 Balance energético anual del edificio. Hipótesis simple 4.

Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos (Fig. 6.25).

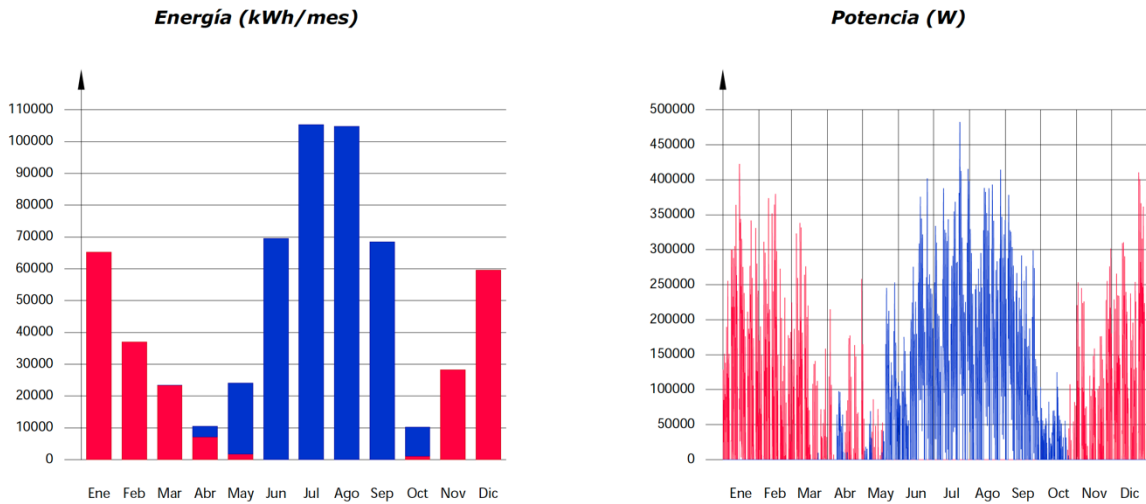


Figura 6.25 Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración. Hipótesis simple 4.

La figura 6.26 muestra la evolución de la temperatura operativa interior en condiciones de libre evolución. En dicha figura se representa la evolución de las temperaturas mínima, máxima y media de cada día de cálculo:

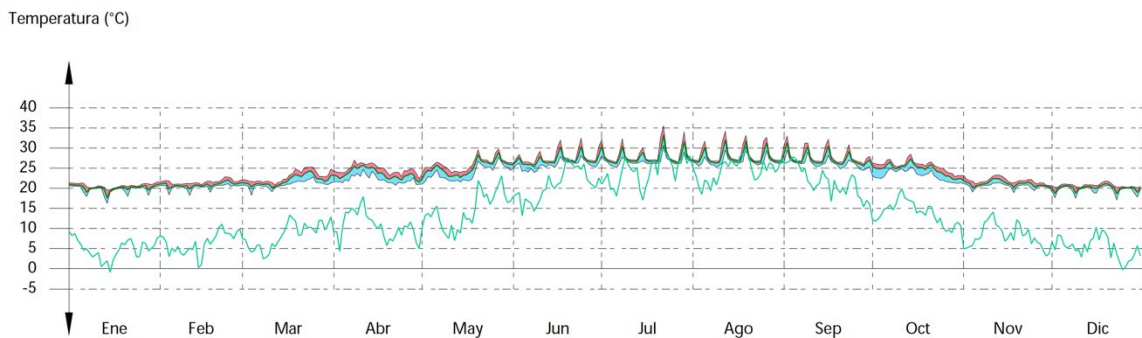


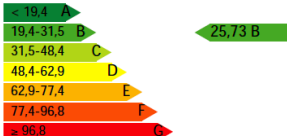
Figura 6.26 Evolución de la temperatura mensual. Hipótesis simple 4.

La etiqueta de calificación energética que obtiene el edificio en cuanto a emisiones, consumo de energía primaria no renovable y calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración son las siguientes (Fig. 6.27).

Calificación energética del edificio

Zona climática	D3	Uso	Otros usos
----------------	----	-----	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

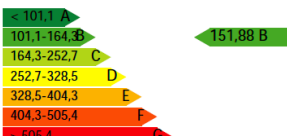
INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]	C
	2.34		0.06	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	C
4.31		19.02		

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	25.73	137613.55
Emisiones CO2 por otros combustibles	0.00	0.00

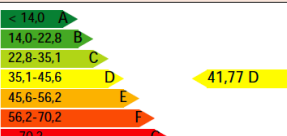
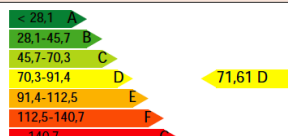
2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
	Energía primaria calefacción [kWh/m²·año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m²·año]	C	
	13.84		0.35		
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN		
	Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m²·año] ¹	Energía primaria refrigeración [kWh/m²·año]	A	Energía primaria iluminación [kWh/m²·año]	D
25.44		112.25			

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
	
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Figura 6.27 Calificación energética. Hipótesis 0

6.7 RESULTADOS HIPOTESIS SIMPLE 5 – SISTEMA DE ALUMBRADO (ACTIVO)

La hipótesis simple 5 consiste en obtener la calificación energética teniendo en cuenta los parámetros de la envolvente térmica, características de ocupación. En cuanto instalaciones se introducen los datos actuales, que se tratan de una enfriadora y de una caldera. Se modifican los datos de las instalaciones de alumbrado, se sustituye las iluminaciones existentes fluorescentes y de incandescencia por tipo LED.

La siguiente gráfica de barras (Fig 6.28) muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica a través de elementos pesados y ligeros (Q_{op} y Q_w , respectivamente), la energía intercambiada por ventilación e infiltraciones (Q_{ve+inf}), la ganancia de calor interna debida a la ocupación (Q_{ocup}), a la iluminación (Q_{ilum}) y al equipamiento interno (Q_{equip}), así como el aporte necesario de calefacción (Q_H) y refrigeración (Q_C).

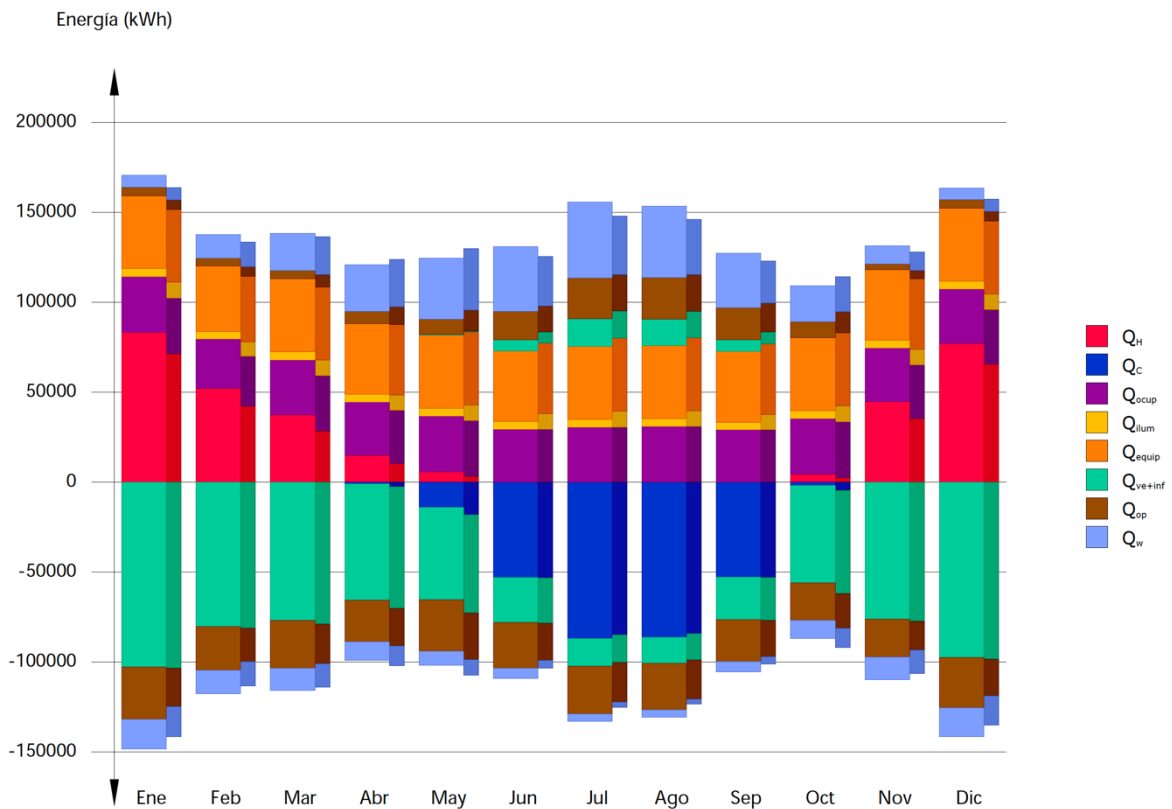


Figura 6.28 Balance energético anual del edificio. Hipótesis simple 5.

Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos (Fig. 6.29).

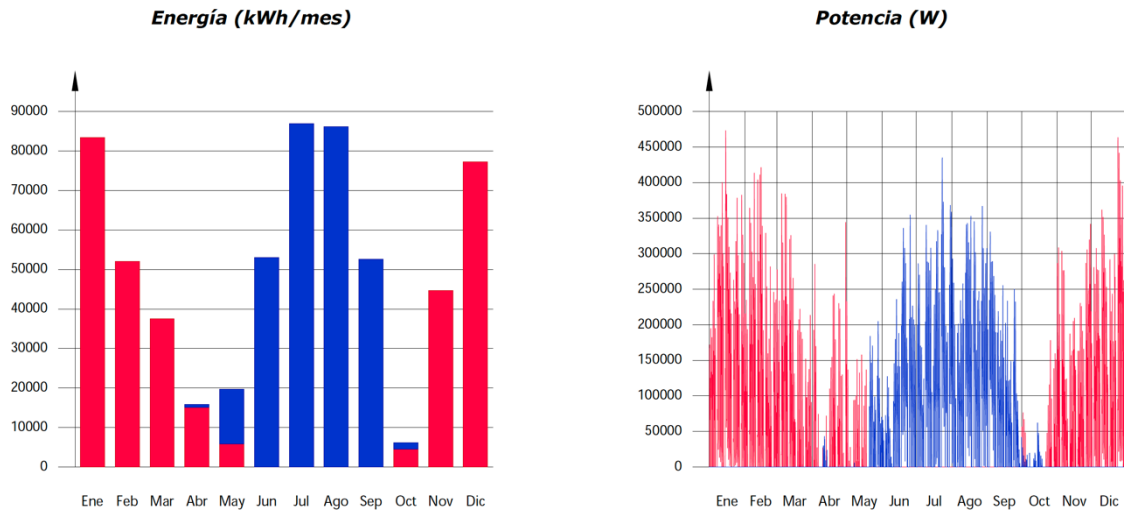


Figura 6.29 Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración. Hipótesis simple 5

La figura 6.30 muestra la evolución de la temperatura operativa interior en condiciones de libre evolución. En dicha figura se representa la evolución de las temperaturas mínima, máxima y media de cada día de cálculo:

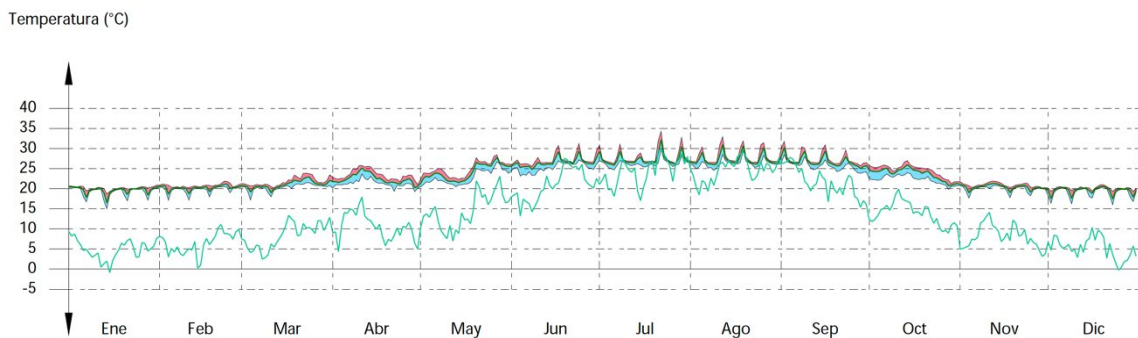


Figura 6.30 Evolución de la temperatura mensual. Hipótesis simple 5.

La etiqueta de calificación energética que obtiene el edificio en cuanto a emisiones, consumo de energía primaria no renovable y calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración son las siguientes (Fig. 6.31).

Calificación energética del edificio

Zona climática	D3	Uso	Otros usos
-----------------------	----	------------	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES


INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES				
<div><div>< 15,6</div><div>A</div><div>15,6-25,4</div><div>B</div><div>25,4-39,0</div><div>C</div><div>39,0-50,7</div><div>D</div><div>50,7-62,4</div><div>E</div><div>62,4-78,0</div><div>F</div><div>> 78,0</div><div>G</div></div> <div>28,11 C</div>	CALEFACCIÓN		ACS		
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]		C	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]	G
	17.6			0.14	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		
	Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]		C	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	B
7.13		3.24			

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	10.94	58492.85
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	17.18	91876.83

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS		
	Energía primaria calefacción [kWh/m²·año]	D	Energía primaria ACS [kWh/m²·año]	G	
	83.77		0.65		
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		
	Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m²·año] ¹	Energía primaria refrigeración [kWh/m²·año]	C	Energía primaria iluminación [kWh/m²·año]	B
42.11		19.13			

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Figura 6.31 Calificación energética. Hipótesis simple 5.

6.8 RESULTADOS HIPOTESIS COMBINADA 1 – CAMBIO DE FACHADA (PASIVO) + SISTEMA DE ALUMBRADO (ACTIVO)

La hipótesis combinada 1 consiste en obtener la calificación energética teniendo en cuenta los parámetros de la envolvente térmica modificando las características de la transmitancia térmica del muro cortina, en la que se emplea un nuevo vidrio complementario, doblando el espesor del existente. En cuanto instalaciones de climatización se introducen los datos actuales, que se tratan de una enfriadora y de una caldera. Se modifican los datos de las instalaciones de alumbrado, se sustituye las iluminaciones existentes fluorescentes y de incandescencia por tipo LED.

La siguiente gráfica de barras (Fig 6.32) muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica a través de elementos pesados y ligeros (Q_{op} y Q_w , respectivamente), la energía intercambiada por ventilación e infiltraciones (Q_{ve+inf}), la ganancia de calor interna debida a la ocupación (Q_{ocup}), a la iluminación (Q_{ilum}) y al equipamiento interno (Q_{equip}), así como el aporte necesario de calefacción (Q_H) y refrigeración (Q_C).

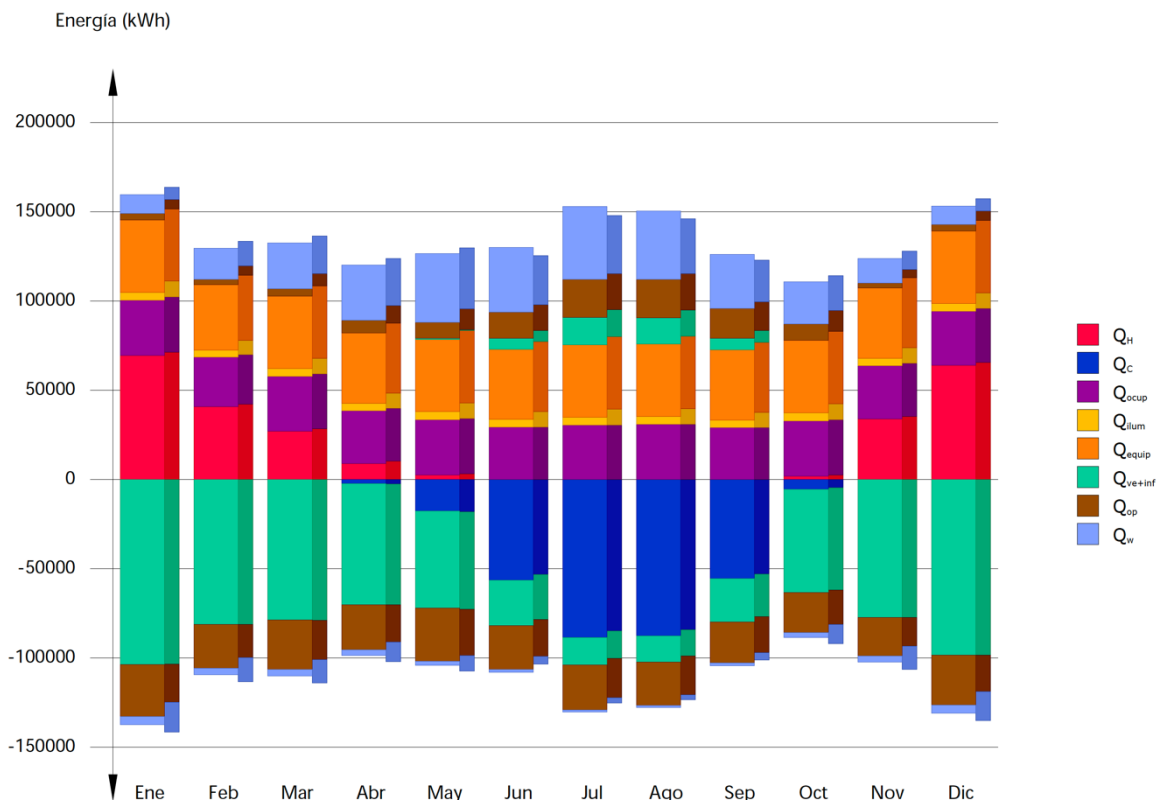


Figura 6.32 Balance energético anual del edificio. Hipótesis combinada 1.

Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos (Fig. 6.33).

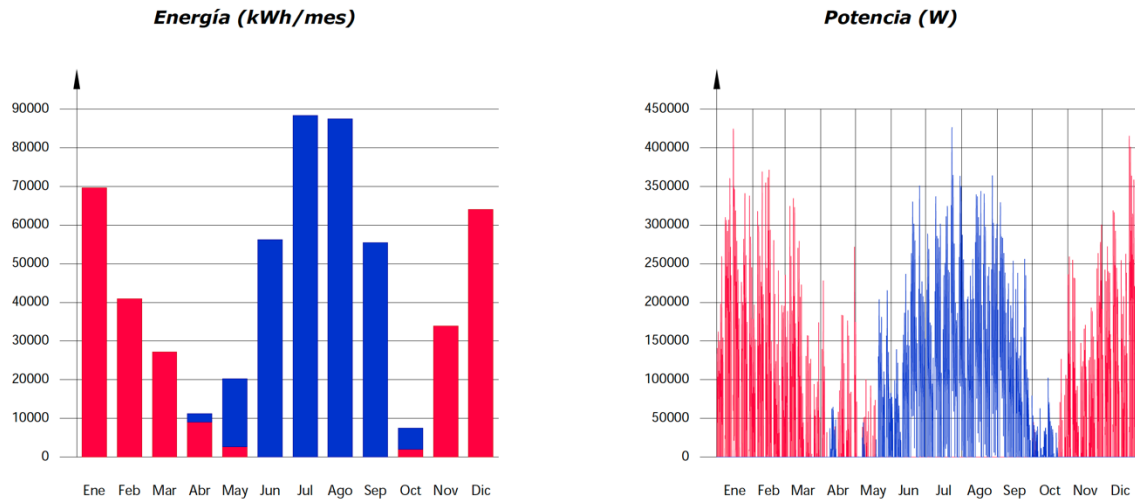


Figura 6.33 Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración. Hipótesis combinada 1.

La figura 6.34 muestra la evolución de la temperatura operativa interior en condiciones de libre evolución. En dicha figura se representa la evolución de las temperaturas mínima, máxima y media de cada día de cálculo:

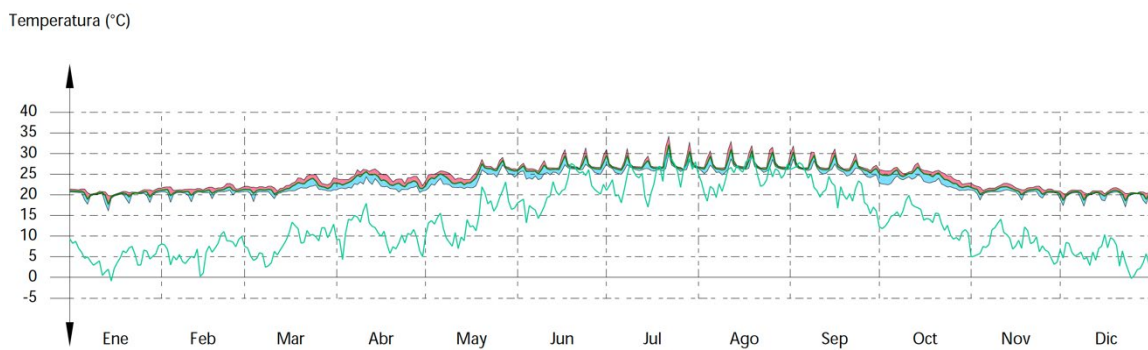


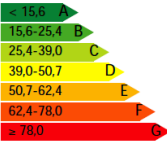
Figura 6.34 Evolución de la temperatura mensual. Hipótesis combinada 1.

La etiqueta de calificación energética que obtiene el edificio en cuanto a emisiones, consumo de energía primaria no renovable y calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración son las siguientes. (Fig. 6.34)

Calificación energética del edificio

Zona climática	D3	Uso	Otros usos
-----------------------	----	------------	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

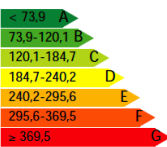
INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN		ACS
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	B	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]
	13.77		0.14
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN
Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	C	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]
	7.46		3.24

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	11.22	60018.54
Emisiones CO2 por otros combustibles	13.39	71635.16

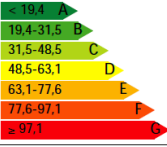
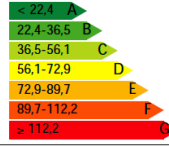
2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN		ACS
	Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año]	C	Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año]
	65.65		0.65
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN
Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m ² ·año] ¹	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año]	C	Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año]
	44.04		19.13

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
	
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Figura 6.35 Calificación energética. Hipótesis combinada 1.

6.9 RESULTADOS HIPOTESIS COMBINADA 2 – CAMBIO DE FACHADA (PASIVO) + SISTEMA HIDRÓNICO CON BOMBA DE CALOR (ACTIVO)

La hipótesis combinada 2 consiste en obtener la calificación energética teniendo en cuenta los parámetros de la envolvente térmica modificando las características de la transmitancia térmica del muro cortina, en la que se emplea un nuevo vidrio complementario, doblando el espesor del existente. En cuanto instalaciones se introducen los datos de un sistema de climatización hidrónico por bomba de calor con una potencia elegida según el cálculo de cargas térmicas de la hipótesis 1, es decir, contando con la mejora de la fachada. Las instalaciones de alumbrado se mantienen como en la hipótesis inicial.

La siguiente gráfica de barras (Fig 6.36) muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica a través de elementos pesados y ligeros (Q_{op} y Q_w , respectivamente), la energía intercambiada por ventilación e infiltraciones (Q_{ve+inf}), la ganancia de calor interna debida a la ocupación (Q_{ocup}), a la iluminación (Q_{ilum}) y al equipamiento interno (Q_{equip}), así como el aporte necesario de calefacción (Q_H) y refrigeración (Q_C).

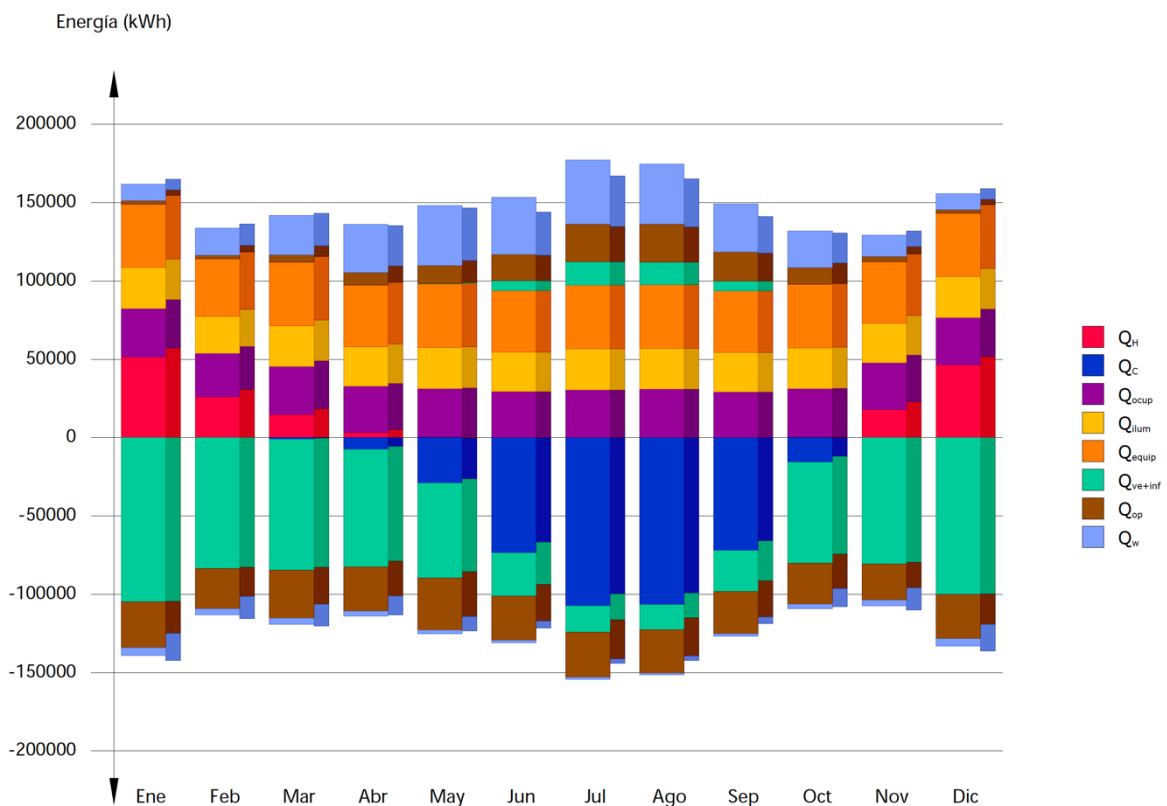


Figura 6.36 Balance energético anual del edificio. Hipótesis combinada 2.

Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos (Fig. 6.37).

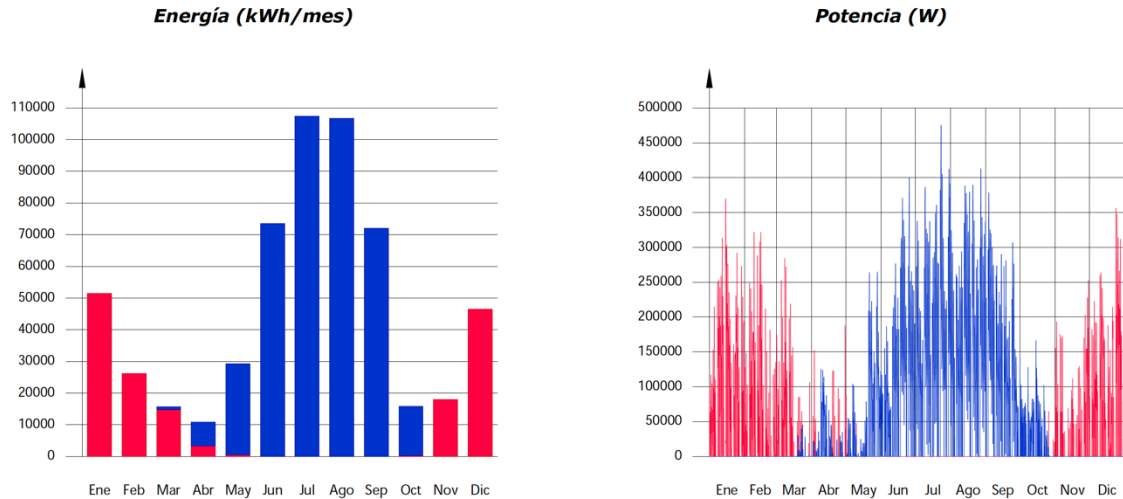


Figura 6.37 Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración. Hipótesis combinada 2.

La evolución de la temperatura operativa interior se muestra en la siguiente gráfica (Fig. 6.38), que muestra la evolución de las temperaturas mínima, máxima y media de cada día de cálculo:

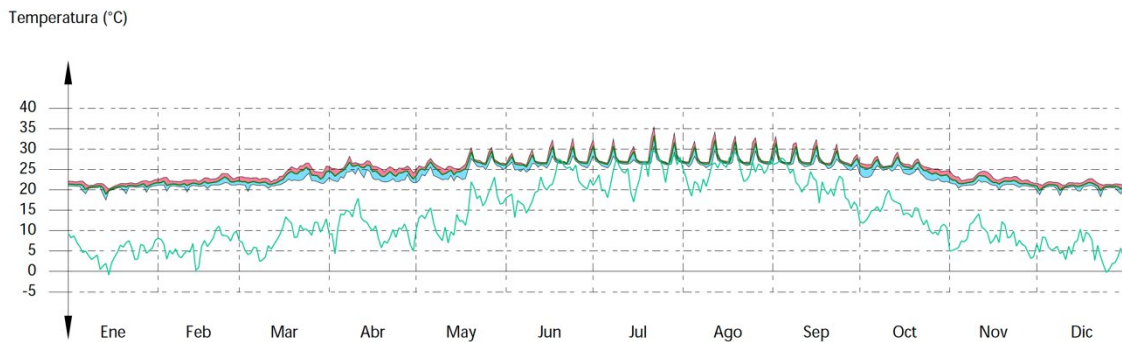


Figura 6.38 Evolución de la temperatura mensual. Hipótesis combinada 2.

La etiqueta de calificación energética que obtiene el edificio en cuanto a emisiones, consumo de energía primaria no renovable y calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración son las siguientes (Fig. 6.39).

Calificación energética del edificio

Zona climática	D3	Uso	Otros usos
-----------------------	----	------------	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

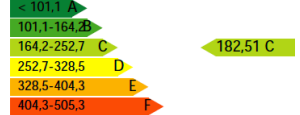
INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
<div><div><div>< 19,4 A</div><div>19,4-31,4 B</div><div>31,4-48,4 C</div><div>48,4-62,9 D</div><div>62,9-77,4 E</div><div>77,4-96,8 F</div><div>> 96,8 G</div></div><div>30,92 B</div></div>	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]	B
	2.89		0.05	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	C	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	C
	8.96		19.02	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	30.92	165369.78
Emisiones CO2 por otros combustibles	0.00	0.00

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES		
		CALEFACCIÓN		ACS
	Energía primaria calefacción [kWh/m²·año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m²·año]	C
	17.09		0.3	
			REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN
Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m²·año] ¹	Energía primaria refrigeración [kWh/m²·año]	C	Energía primaria iluminación [kWh/m²·año]	D
	52.87		112.25	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Figura 6.39 Calificación energética. Hipótesis combinada 2.

6.10 RESULTADOS HIPOTESIS COMBINADA 3 – CAMBIO DE FACHADA (PASIVO) + SISTEMA HIDRÓNICO DE CONDESANCIÓN POR AGUA GEOTERMIA (ACTIVO)

La hipótesis combinada 3 consiste en obtener la calificación energética teniendo en cuenta los parámetros de la envolvente térmica modificando las características de la transmitancia térmica del muro cortina, en la que se emplea un nuevo vidrio complementario, doblando el espesor del existente. En cuanto instalaciones se introducen los datos de un sistema de climatización hidrónico por bomba de calor geotérmica con una potencia elegida según el cálculo de cargas térmicas de la hipótesis 1, es decir, contando con la mejora de la fachada. Las instalaciones de alumbrado se mantienen como en la hipótesis inicial.

La siguiente gráfica de barras (Fig 6.40) muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica a través de elementos pesados y ligeros (Q_{op} y Q_w , respectivamente), la energía intercambiada por ventilación e infiltraciones (Q_{ve+inf}), la ganancia de calor interna debida a la ocupación (Q_{ocup}), a la iluminación (Q_{ilum}) y al equipamiento interno (Q_{equip}), así como el aporte necesario de calefacción (Q_H) y refrigeración (Q_C).

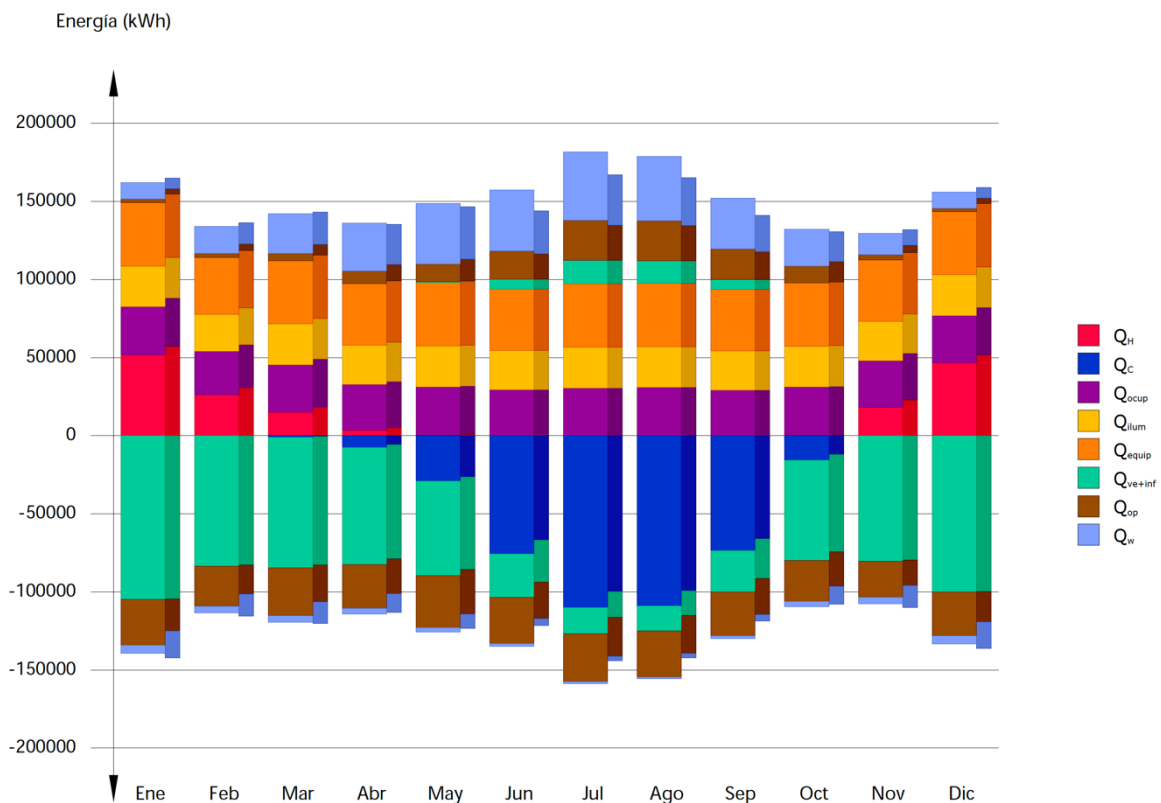


Figura 6.40 Balance energético anual del edificio. Hipótesis combinada 3.

Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos (Fig. 6.41).

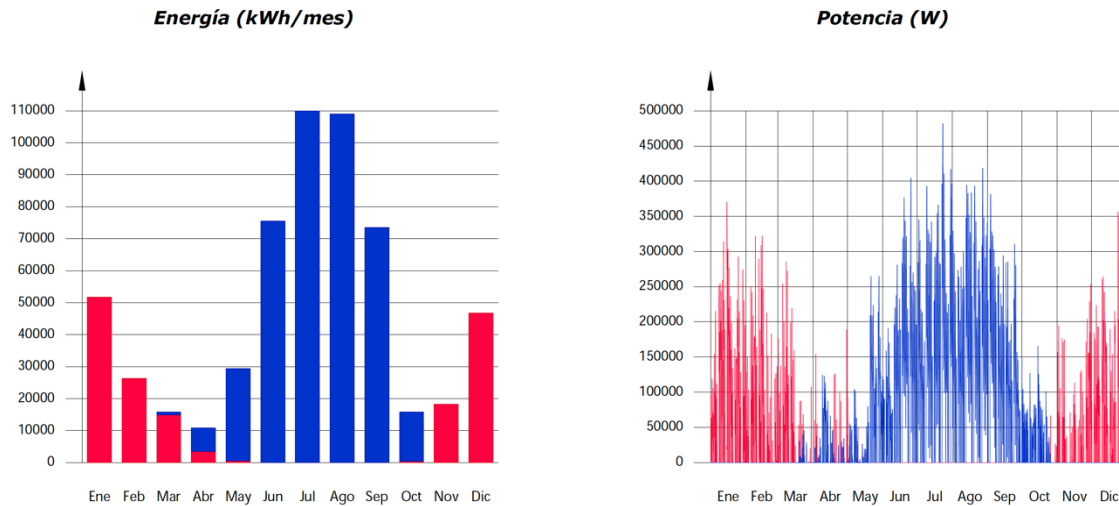


Figura 6.41 Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración. Hipótesis combinada 3.

La figura 6.42 muestra la evolución de la temperatura operativa interior en condiciones de libre evolución. En dicha figura se representa la evolución de las temperaturas mínima, máxima y media de cada día de cálculo:

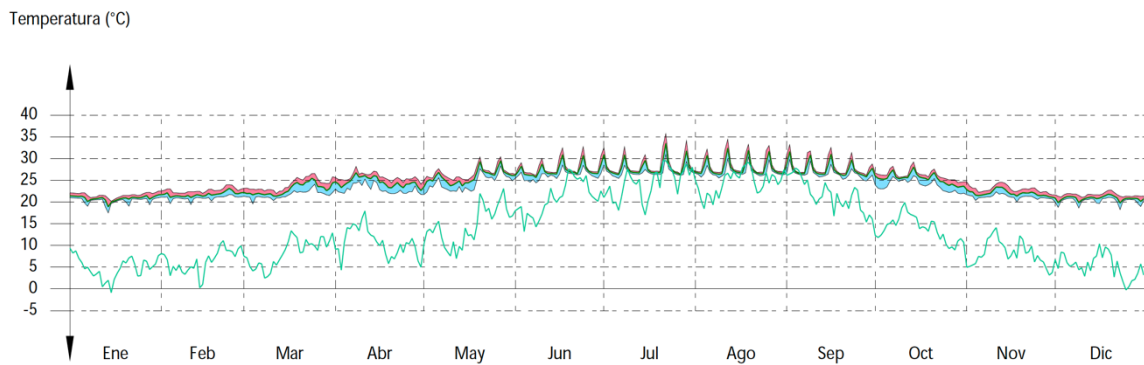



Figura 6.42 Evolución de la temperatura mensual. Hipótesis combinada 3.

La etiqueta de calificación energética que obtiene el edificio en cuanto a emisiones, consumo de energía primaria no renovable y calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración es la siguientes (Fig. 6.43).

Calificación energética del edificio

Zona climática	D3	Uso	Otros usos
-----------------------	----	------------	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES


INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]	C
	1.7		0.06	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	C
4.74		19.02		

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	25.51	136441.81
Emisiones CO2 por otros combustibles	0.00	0.00

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m²·año]¹	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria calefacción [kWh/m²·año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m²·año]	C
		10.03		0.35	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Energía primaria refrigeración [kWh/m²·año]	A	Energía primaria iluminación [kWh/m²·año]	D
27.96	112.25				

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Figura 6.43 Calificación energética. Hipótesis combinada 3.

6.11 RESULTADOS HIPOTESIS COMBINADA 4 – SISTEMA HIDRÓNICO CON BOMBA DE CALOR (ACTIVO) + SISTEMA DE ALUMBRADO (ACTIVO)

La hipótesis combinada 4 consiste en obtener la calificación energética teniendo en cuenta los parámetros de la envolvente térmica, características de ocupación. En cuanto instalaciones se introducen los datos de un sistema de climatización hidrónico por bomba de calor con una potencia elegida según el cálculo de cargas térmicas de la hipótesis 5, es decir, contando con la mejora del alumbrado. Se modifican los datos de las instalaciones de alumbrado, se sustituye las iluminaciones existentes fluorescentes y de incandescencia por tipo LED.

La siguiente gráfica de barras (Fig 6.44) muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica a través de elementos pesados y ligeros (Q_{op} y Q_w , respectivamente), la energía intercambiada por ventilación e infiltraciones (Q_{ve+inf}), la ganancia de calor interna debida a la ocupación (Q_{ocup}), a la iluminación (Q_{ilum}) y al equipamiento interno (Q_{equip}), así como el aporte necesario de calefacción (Q_H) y refrigeración (Q_C).

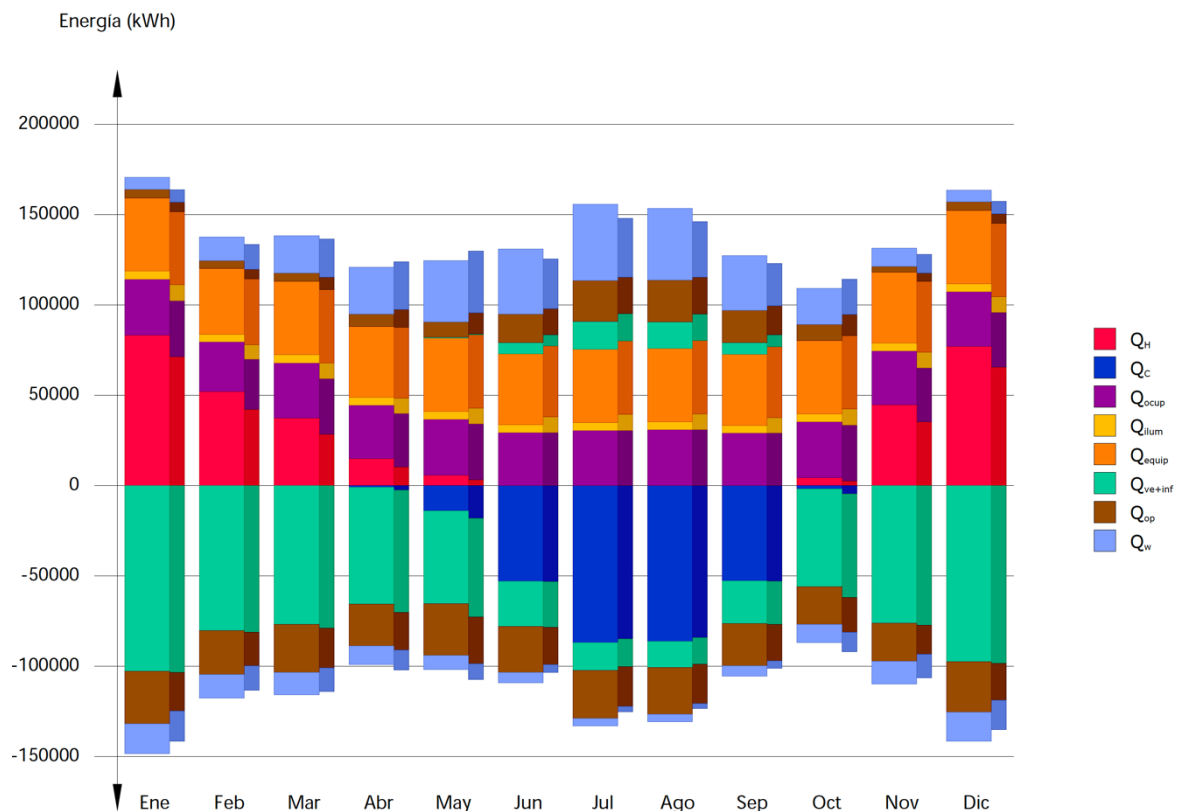


Figura 6.44 Balance energético anual del edificio. Hipótesis combinada 4.

Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos (Fig. 6.45).

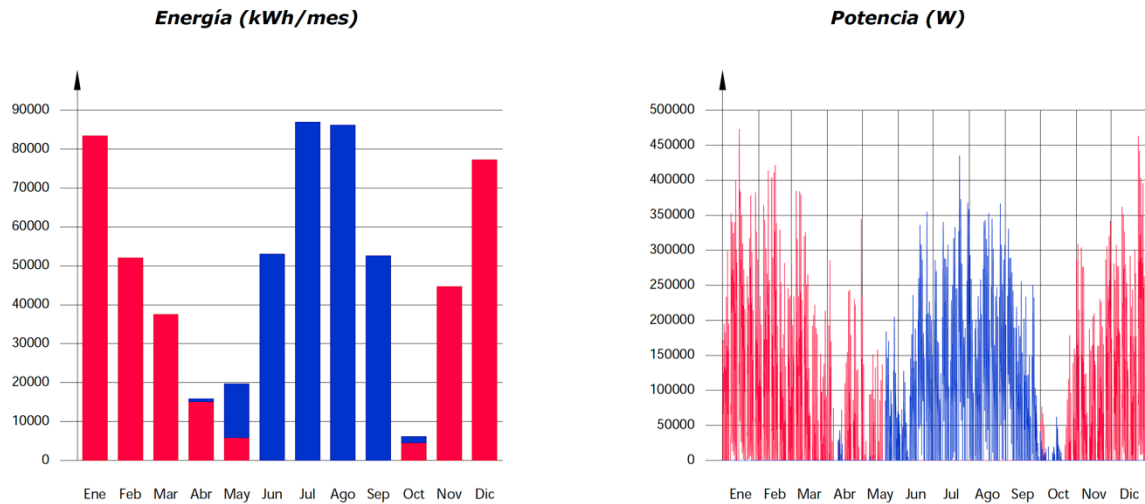


Figura 6.45 Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración. Hipótesis combinada 4.

La figura 6.46 muestra la evolución de la temperatura operativa interior en condiciones de libre evolución. En dicha figura se representa la evolución de las temperaturas mínima, máxima y media de cada día de cálculo:

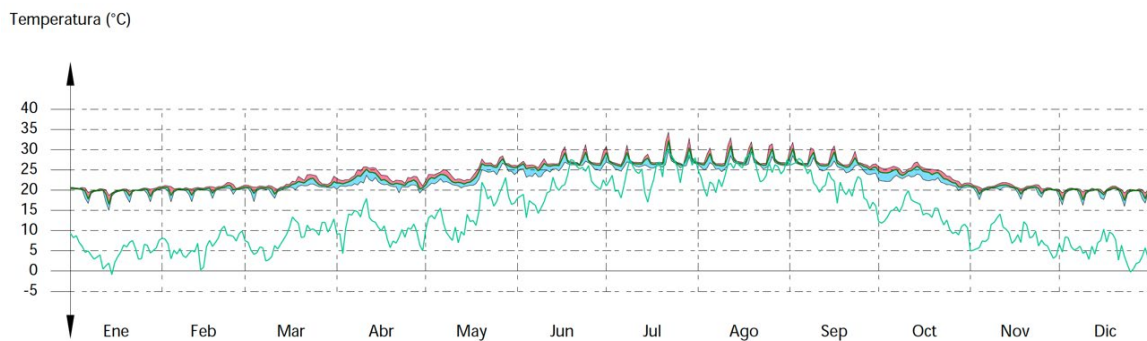


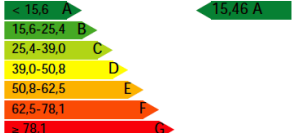
Figura 6.46 Evolución de la temperatura mensual. Hipótesis combinada 4.

La etiqueta de calificación energética que obtiene el edificio en cuanto a emisiones, consumo de energía primaria no renovable y calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración son las siguientes (Fig. 6.47).

Calificación energética del edificio

Zona climática	D3	Uso	Otros usos
-----------------------	----	------------	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

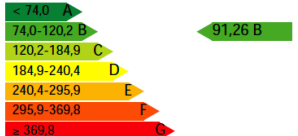
INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]	B
	5.76		0.05	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	B	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	B
6.41		3.24		

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	15.46	82693.44
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	0.00	1.33

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m²·año] ¹	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria calefacción [kWh/m²·año]	B	Energía primaria ACS [kWh/m²·año]	C
		34.01		0.3	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Energía primaria refrigeración [kWh/m²·año]	B	Energía primaria iluminación [kWh/m²·año]	B
		37.82		19.13	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

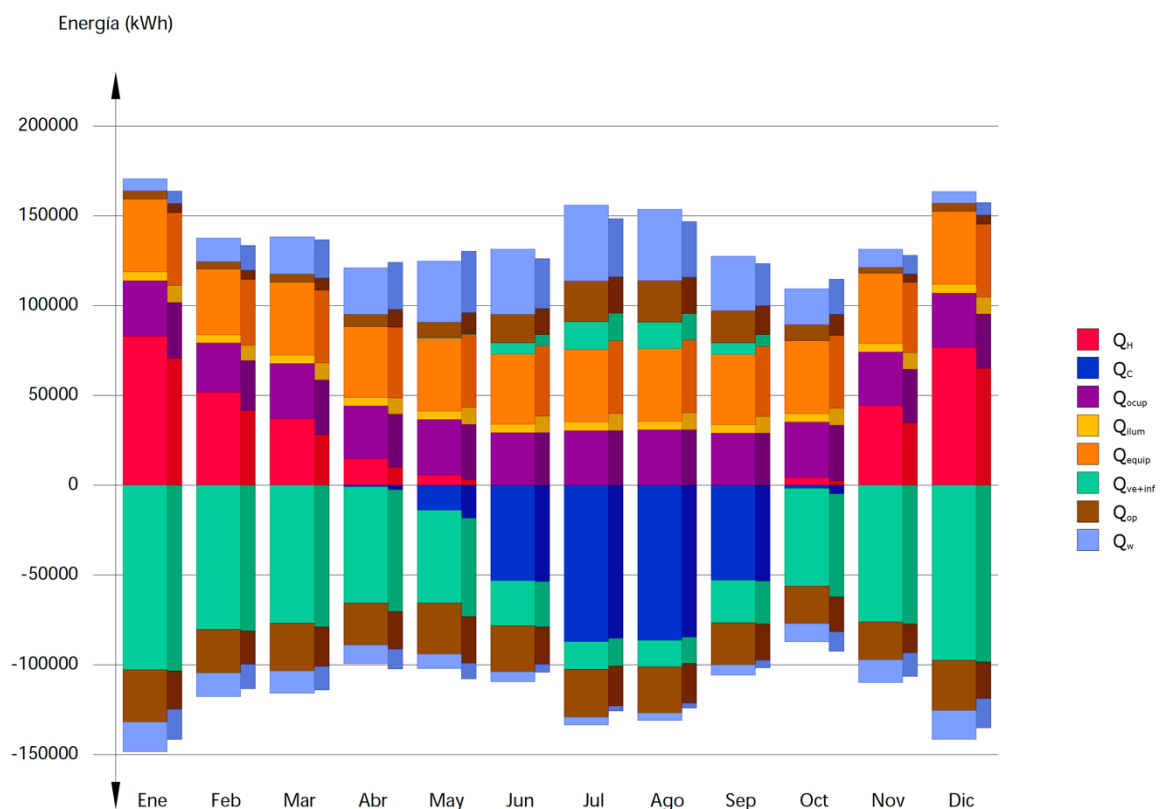
¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Figura 6.47 Calificación energética. Hipótesis combinada 4.

6.12 RESULTADOS HIPOTESIS COMBINADA 5 - SISTEMA HIDRÓNICO DE CONDESANCIÓN POR AGUA GEOTERMIA (ACTIVO) + SISTEMA DE ALUMBRADO (ACTIVO)

La hipótesis combinada 5 consiste en obtener la calificación energética teniendo en cuenta los parámetros de la envolvente térmica, características de ocupación. En cuanto instalaciones se introducen los datos de un sistema de climatización hidrónico por bomba de calor geotérmica con una potencia elegida según el cálculo de cargas térmicas de la hipótesis 5, es decir, contando con la mejora del alumbrado. Se modifican los datos de las instalaciones de alumbrado, se sustituye las iluminaciones existentes fluorescentes y de incandescencia por tipo LED.

La siguiente gráfica de barras (Fig 6.48) muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica a través de elementos pesados y ligeros (Q_{op} y Q_w , respectivamente), la energía intercambiada por ventilación e infiltraciones (Q_{ve+inf}), la ganancia de calor interna debida a la ocupación (Q_{ocup}), a la iluminación (Q_{lum}) y al equipamiento interno (Q_{equip}), así como el aporte necesario de calefacción (Q_H) y refrigeración (Q_C).



Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos (Fig. 6.49).

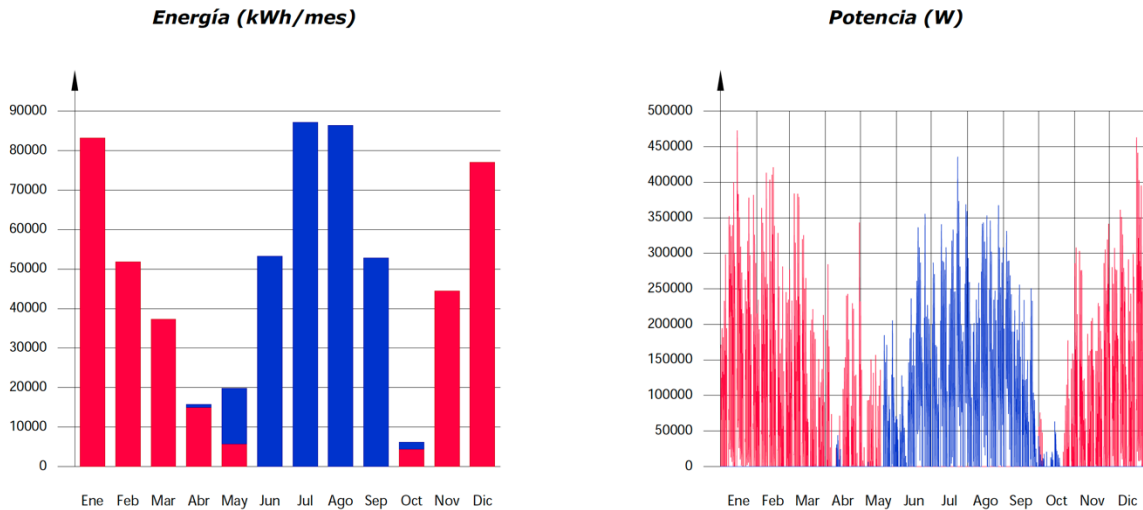


Figura 6.49 Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración. Hipótesis combinada 5.

La figura 6.50 muestra la evolución de la temperatura operativa interior en condiciones de libre evolución. En dicha figura se representa la evolución de las temperaturas mínima, máxima y media de cada día de cálculo:

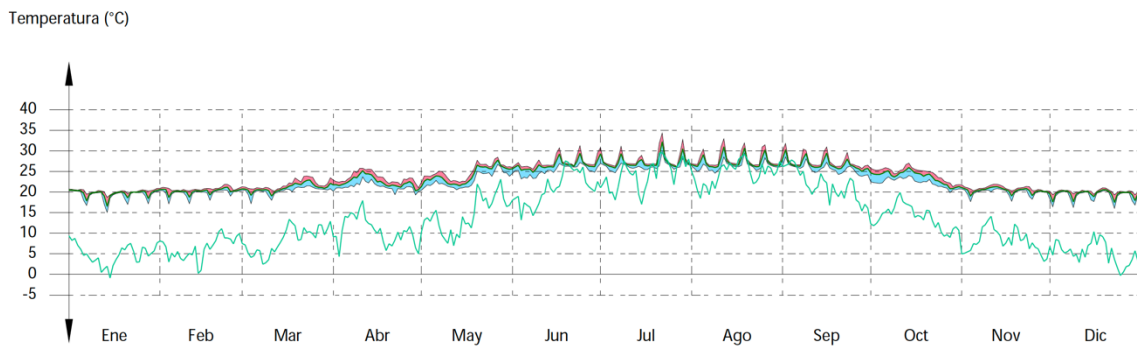



Figura 6.50 Evolución de la temperatura mensual. Hipótesis combinada 5.

La etiqueta de calificación energética que obtiene el edificio en cuanto a emisiones, consumo de energía primaria no renovable y calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración son las siguientes (Fig. 6.51).

Calificación energética del edificio

Zona climática	D3	Uso	Otros usos
-----------------------	----	------------	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES


INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN		ACS
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]
	3.35		0.06
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN
	Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones iluminación [kgCO_{2}/m^{2}·año]
3.33		3.44	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	10.18	54449.50
Emisiones CO2 por otros combustibles	0.00	0.00

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m²·año] ¹	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria calefacción [kWh/m²·año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m²·año]	C
		19.75		0.35	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Energía primaria refrigeración [kWh/m²·año]	A	Energía primaria iluminación [kWh/m²·año]	E
19.67	20.33				

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Figura 6.51 Calificación energética. Hipótesis combinada 5.

6.13 RESULTADOS HIPOTESIS COMBINADA 6 - CAMBIO DE FACHADA (PASIVO) + SISTEMA HIDRÓNICO CON BOMBA DE CALOR (ACTIVO) + SISTEMA DE ALUMBRADO (ACTIVO)

La hipótesis combinada 6 consiste en obtener la calificación energética teniendo en cuenta los parámetros de la envolvente térmica modificando las características de la transmitancia térmica del muro cortina, en la que se emplea un nuevo vidrio complementario, doblando el espesor del existente. En cuanto instalaciones se introducen los datos de un sistema de climatización hidrónico por bomba de calor con una potencia elegida según el cálculo de cargas térmicas de la hipótesis combinada 1, es decir, contando con la mejora del alumbrado y la fachada. Se modifican los datos de las instalaciones de alumbrado, se sustituye las iluminaciones existentes fluorescentes y de incandescencia por tipo LED.

La siguiente gráfica de barras (Fig 6.52) muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica a través de elementos pesados y ligeros (Q_{op} y Q_w , respectivamente), la energía intercambiada por ventilación e infiltraciones (Q_{ve+inf}), la ganancia de calor interna debida a la ocupación (Q_{ocup}), a la iluminación (Q_{ilum}) y al equipamiento interno (Q_{equip}), así como el aporte necesario de calefacción (Q_H) y refrigeración (Q_C).

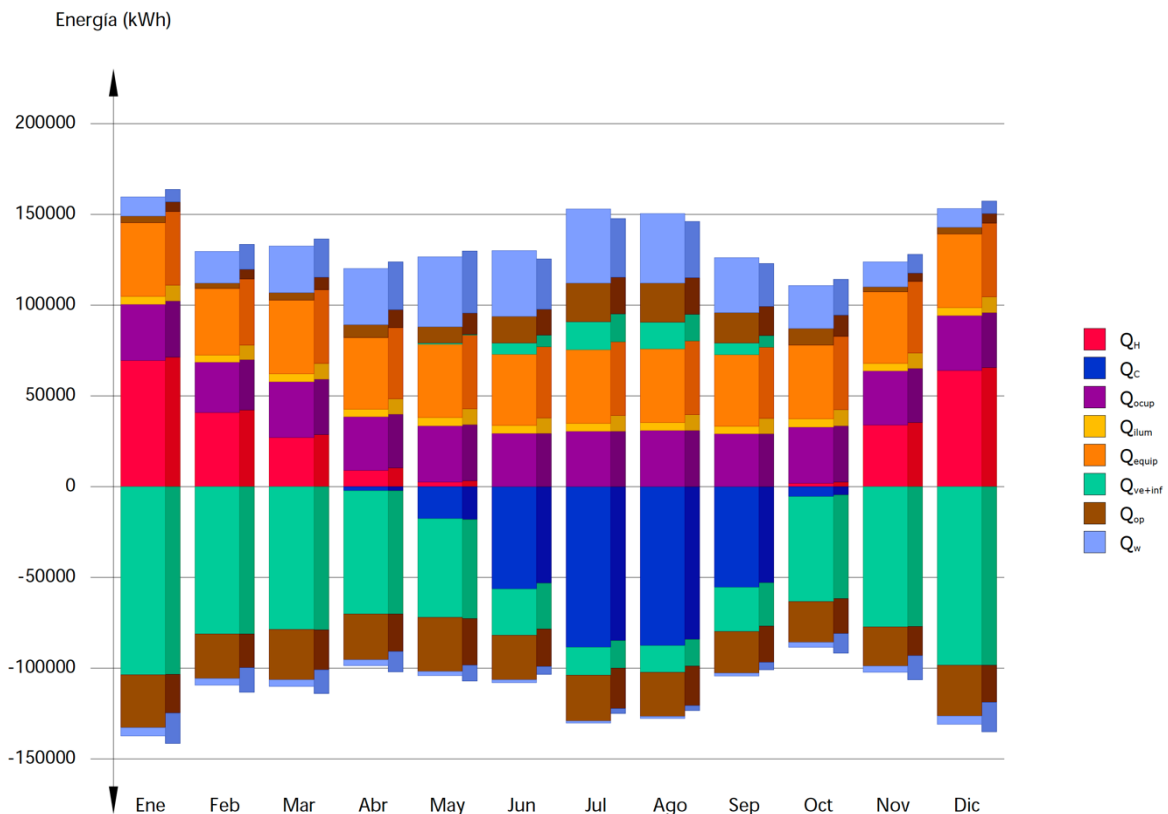


Figura 6.52 Balance energético anual del edificio. Hipótesis combinada 6.

Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos (Fig. 6.53).

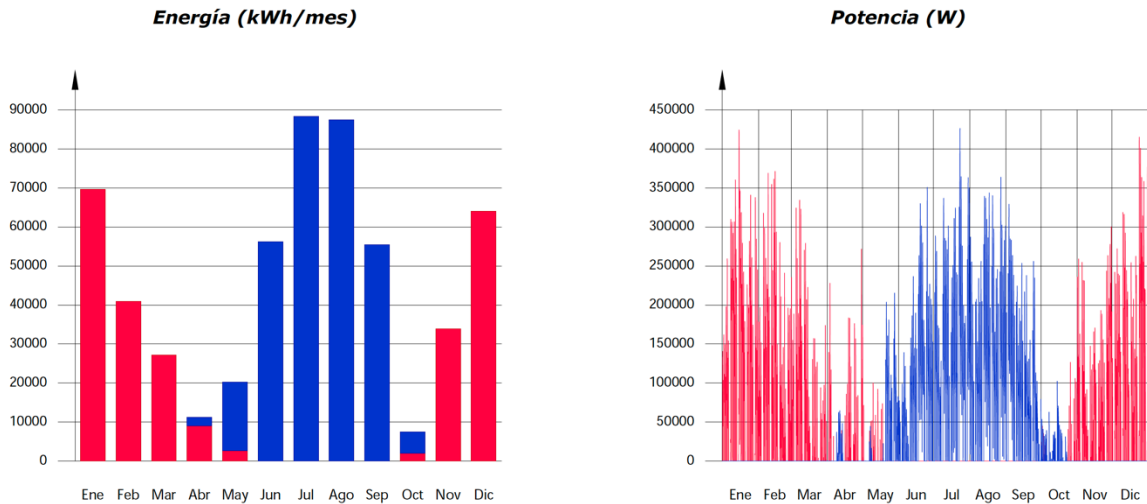


Figura 6.53 Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración. Hipótesis combinada 6.

La figura 6.54 muestra la evolución de la temperatura operativa interior en condiciones de libre evolución. En dicha figura se representa la evolución de las temperaturas mínima, máxima y media de cada día de cálculo:

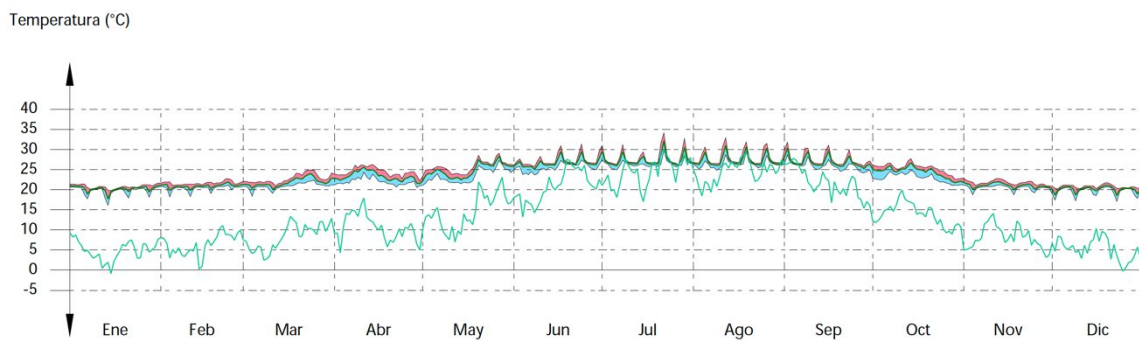



Figura 6.54 Evolución de la temperatura mensual. Hipótesis combinada 6.

La etiqueta de calificación energética que obtiene el edificio en cuanto a emisiones, consumo de energía primaria no renovable y calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración son las siguientes (Fig. 6.55).

Calificación energética del edificio

Zona climática	D3	Uso	Otros usos
-----------------------	----	------------	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES


INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]	B
	4.49		0.05	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	B	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	B
	6.79	3.24		

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	14.57	77926.05
Emisiones CO2 por otros combustibles	0.00	0.00

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES				
		CALEFACCIÓN		ACS		
	Energía primaria calefacción [kWh/m²·año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m²·año]	C		
	26.49		0.3			
			REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m²·año] ¹	Energía primaria refrigeración [kWh/m²·año]	B	Energía primaria iluminación [kWh/m²·año]	B	
	40.08	19.13				

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Figura 6.55 Calificación energética. Hipótesis combinada 6.

6.14 RESULTADOS HIPOTESIS COMBINADA 7 - CAMBIO DE FACHADA (PASIVO) + SISTEMA HIDRÓNICO DE CONDESANCIÓN POR AGUA GEOTERMIA (ACTIVO) + SISTEMA DE ALUMBRADO (ACTIVO)

La hipótesis combinada 7 consiste en obtener la calificación energética teniendo en cuenta los parámetros de la envolvente térmica modificando las características de la transmitancia térmica del muro cortina, en la que se emplea un nuevo vidrio complementario, doblando el espesor del existente. En cuanto instalaciones se introducen los datos de un sistema de climatización hidrónico por bomba de calor geotérmica con una potencia elegida según el cálculo de cargas térmicas de la hipótesis combinada 1, es decir, contando con la mejora del alumbrado y la fachada. Se modifican los datos de las instalaciones de alumbrado, se sustituye las iluminaciones existentes fluorescentes y de incandescencia por tipo LED.

La siguiente gráfica de barras (Fig 6.56) muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica a través de elementos pesados y ligeros (Q_{op} y Q_w , respectivamente), la energía intercambiada por ventilación e infiltraciones (Q_{ve+inf}), la ganancia de calor interna debida a la ocupación (Q_{ocup}), a la iluminación (Q_{lum}) y al equipamiento interno (Q_{equip}), así como el aporte necesario de calefacción (Q_H) y refrigeración (Q_C).

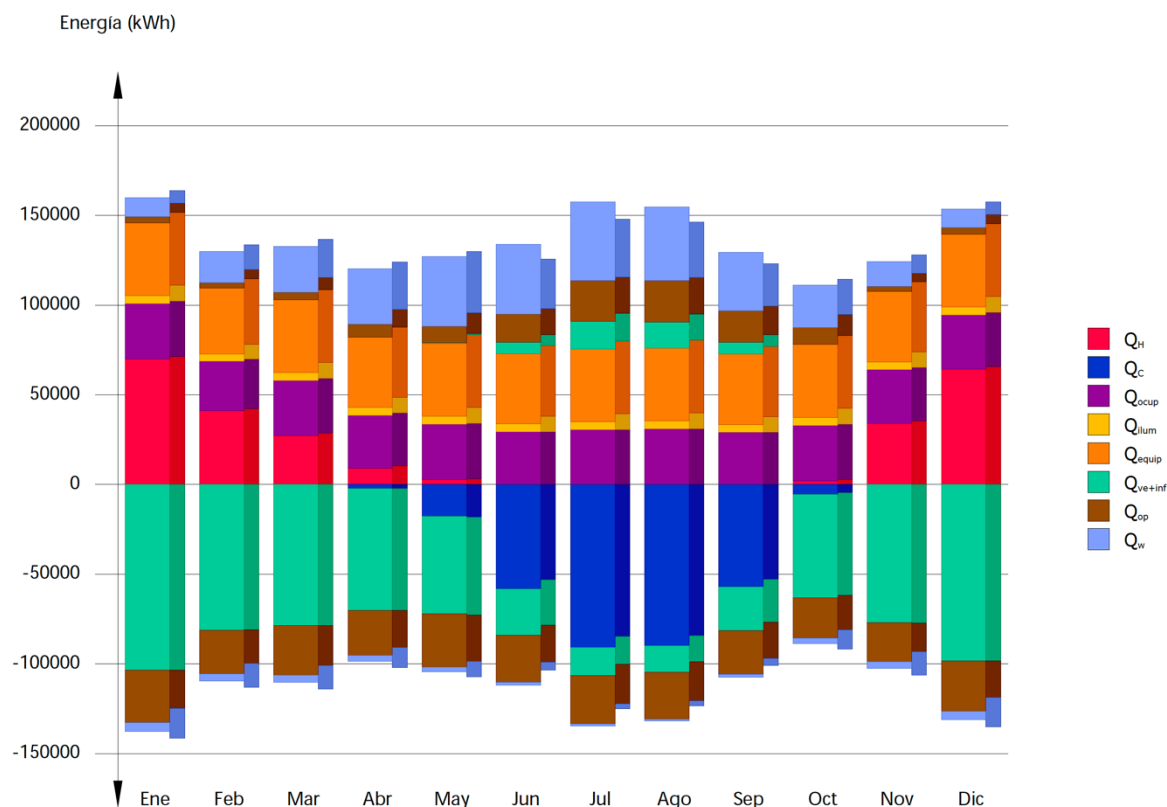


Figura 6.56 Balance energético anual del edificio. Hipótesis combinada 7.

Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos (Fig. 6.57).

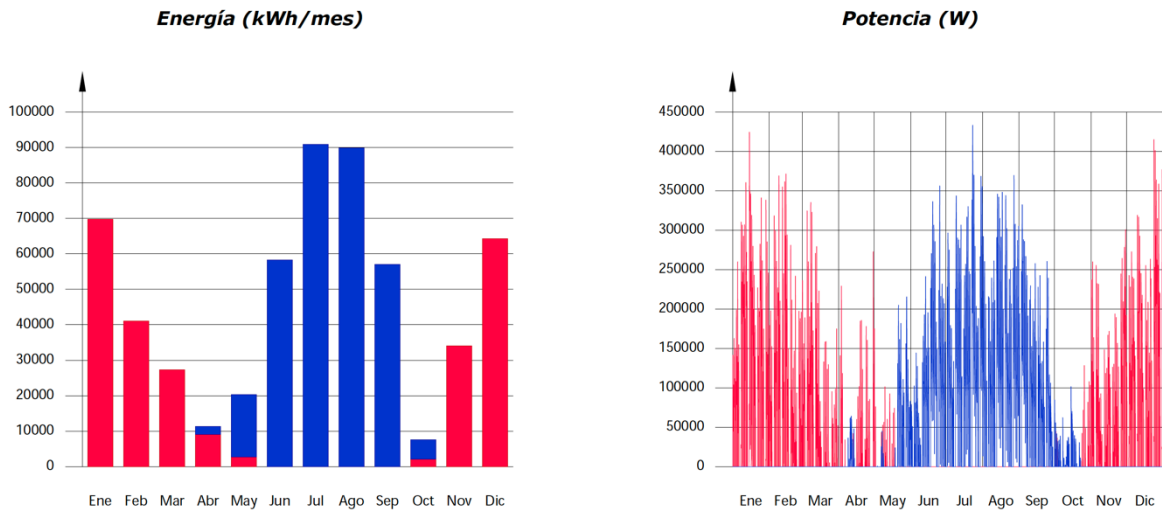


Figura 6.57 Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración. Hipótesis 0

La figura 6.58 muestra la evolución de la temperatura operativa interior en condiciones de libre evolución. En dicha figura se representa la evolución de las temperaturas mínima, máxima y media de cada día de cálculo:

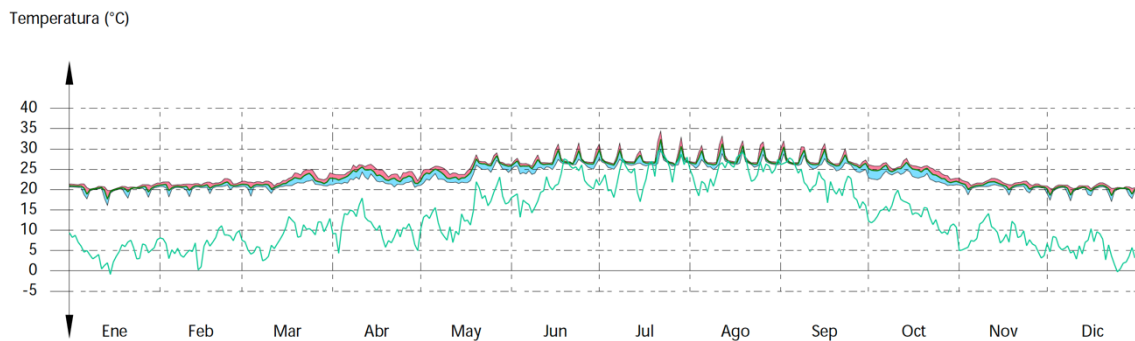


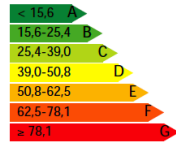
Figura 6.58 Evolución de la temperatura mensual. Hipótesis combinada 7.

La etiqueta de calificación energética que obtiene el edificio en cuanto a emisiones, consumo de energía primaria no renovable y calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración son las siguientes (Fig. 6.59)

Calificación energética del edificio

Zona climática	D3	Uso	Otros usos
----------------	----	-----	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

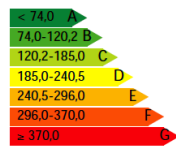
INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	CALEFACCIÓN	ACS
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]
	2.63	0.06
Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]
	3.62	3.24

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	9.54	51047.78
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	0.00	2.60

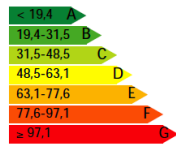
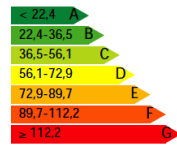
2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	CALEFACCIÓN	ACS
	Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año]	Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año]
	15.51	0.35
Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m ² ·año] ¹	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año]	Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año]
	21.35	19.13

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
	
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Figura 6.59 Calificación energética. Hipótesis combinada 7.

7 ANALISIS DE RESULTADOS

Una vez realizada las diferentes hipótesis planteadas, podemos hacer una comparación entre los distintos resultados. El análisis se centrará en cinco aspectos básicos:

- Análisis de cargas térmicas
- Análisis de la calificación energética del edificio en balance de emisiones de CO₂.
- Análisis de la calificación energética del edificio en consumo de energía primaria no renovable
- Análisis de la calificación parcial de la demanda energética en calefacción y refrigeración
- Análisis de las emisiones de CO₂.

Con fin de no crear tablas extensas, y ver de forma clara el análisis se realiza una denominación de la hipótesis según su descripción (Fig. 7.1).

Hipotesis	Descripcion
H.Simple 0	Estado Actual: Caldera y Enfriadora
H.Simple 1	Cambio de Fachada
H.Simple 2	Expansión Directa
H.Simple 3	Bomba de Calor
H.Simple 4	Geotermia
H.Simple 5	Alumbrado
H.Combinada 1	Cambio de Fachada + Alumbrado
H.Combinada 2	Bomba de Calor + Cambio de Fachada
H.Combinada 3	Geotermia + Cambio de Fachada
H.Combinada 4	Bomba de Calor + Alumbrado
H.Combinada 5	Geotermia + Alumbrado
H.Combinada 6	Bomba de calor + Cambio de Fachada + Alumbrado
H.Combinada 7	Geotermia + Cambio de Fachada + Alumbrado

Figura 7.1 Resumen de las hipótesis.

7.1 ANALISIS DE LAS CARGAS TÉRMICAS

Según el análisis de cargas térmicas que se ha realizado en las diferentes hipótesis, se obtiene la siguiente tabla comparativa (Tabla 7.1).

	REFRIGERACIÓN				CALEFACCIÓN			
	Lat.(W)	Sens.(W)	Total (W/m²)	Total (W)	Lat.(W)	Sens.(W)	Total (W)	Total (W)
H.Simple 0	0	414.920	78	414.920	90.877	307.756	75	398.633
H.Simple 1	0	396.295	74	396.295	90.877	262.975	66	353.852
H.Simple 5	0	389.736	73	389.736	90.877	307.756	75	398.633
H.Combinada 1	0	371.184	69	371.184	90.877	262.975	66	353.852

Tabla 7.1 Análisis de cargas térmicas de las hipótesis.

Esta comparativa sirve para mostrar los valores de las cargas del edificio objeto de estudio en las diferentes hipótesis que afectan a dichas solicitudes térmicas.

En cuanto la hipótesis simple 0 (estado actual) con la hipótesis simple 1 (cambio de fachada opaca), se observa que la mejora de la transmitancia térmica del muro cortina no afecta a la carga en refrigeración, que prácticamente no varía, pero si lo hace notablemente con la carga de calefacción. Esto se debe a que, si mejora su aislamiento térmico, pero la radiación solar sigue siendo la misma por ello, en refrigeración se mantiene similares cargas térmicas.

En cuanto la hipótesis simple 0 (estado actual) con la hipótesis simple 5 (cambio de alumbrado), se determinan que las cargas de refrigeración mejoran un 6% aproximadamente y la de calefacción continúan idénticas. Tiene lógica pues se están cambiando lámparas incandescentes por bombillas tipo Led, que prácticamente no emiten calor.

En cuanto la hipótesis simple 0 (estado actual) con la hipótesis combinada 1 (Cambio de fachada + cambio de alumbrado), se determina que la carga térmica para refrigeración mejora un 12% y en calefacción un 13%. Con estos parámetros se puede comparar se puede comparar la rentabilidad de los diferentes sistemas de climatización si se disminuyen las cargas del edificio.

Para ver de una forma más clara los porcentajes se ha realizado los siguientes diagramas donde se ven como mejora el porcentaje de carga de refrigeración (Fig 7.2) frente a la hipótesis 0 y como mejora el porcentaje de carga de calefacción (Fig 7.3) frente a la hipótesis 0.

En cuanto a refrigeración;

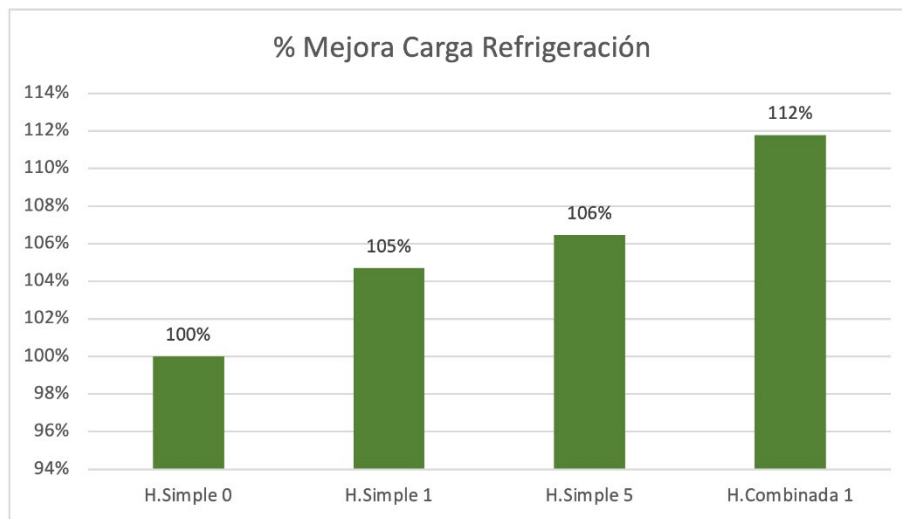


Figura 7.2 Porcentaje de mejora de las cargas de térmicas de refrigeración respecto a la hipótesis simple 0

En cuanto a calefacción;

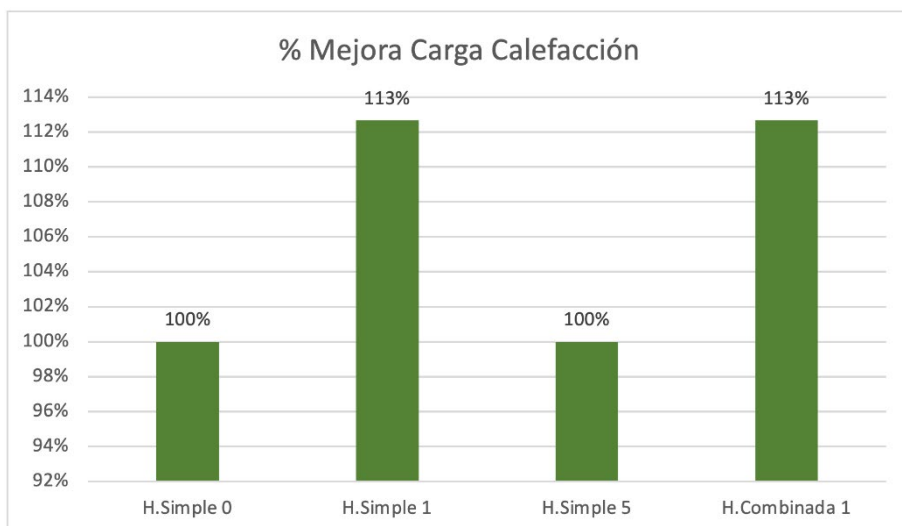


Figura 7.3 Porcentaje de mejora de las cargas de térmicas de calefacción respecto a la hipótesis simple 0

7.2 ANALISIS DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

Según el análisis de calificación energética en cuanto a emisiones que se ha realizado en las diferentes hipótesis simples, se obtiene la siguiente tabla comparativa (Tabla 7.2).

Hipotesis	INDICADORES PARCIALES [kgCO ₂ /m ² ·año]				INDICADOR GLOBAL [kgCO ₂ /m ² ·año]
	CALEFACCIÓN	REFRIGERACIÓN	ACS	ILUMINACIÓN	
H.Simple 0	12,43 C	8,9 C	0,14 G	19,02 C	40,48 C
H.Simple 1	14,47 B	6,07 C	0,16 G	24,89 D	47,05 C
H.Simple 2	4,2 A	9,19 C	0,05 B	19,02 C	32,46 C
H.Simple 3	4,02 B	8,32 B	0,05 B	19,02 C	31,4 B
H.Simple 4	2,34 A	4,31 A	0,06 C	19,02 C	25,73 B
H.Simple 5	17,6 C	7,13 C	0,14 G	3,24 B	28,22 C

Tabla 7.2 Análisis de la calificación energética de las diferentes hipótesis simples

Esta comparativa permite comprobar cuál es la mejora de la calificación energética del edificio en emisiones si se le someten a la diferente hipótesis simple, actuando sobre los sistemas activos y pasivos.

A continuación, se lleva a cabo un análisis entre la diferente hipótesis simple frente a la hipótesis 0, siendo esta el estado actual.

7.2.1 Hipótesis simple 0 (Estado actual) con la hipótesis simple 1 (Cambio de fachada)

El indicador parcial de calefacción mejora de C a B pues tenemos menos cargas que vencer y tenemos la misma caldera en ambos casos. Del mismo modo el indicador parcial del ACS permanece con la misma letra pues no hemos actuado sobre el sistema, que este se alimenta de la caldera de condensación. El indicador de parcial de refrigeración se mantiene de forma similar Tampoco varía el indicar parcial de iluminación pues tampoco hemos actuado sobre el sistema de alumbrado. La calificación energética en cuanto a emisiones ha empeorado 13,96%.

7.2.2 Hipótesis simple 0 (Estado actual) con la hipótesis simple 2 (Cambio de sistema de climatización a expansión directa VRF)

El indicador parcial de calefacción mejora de la C a A. Esto se debe a que sustituimos una caldera de condensación por una unidad de VRF que tiene un COP de 3,29. El indicador parcial de refrigeración permanece en C pues las unidades de expansión directa y las enfriadoras tiene EER muy similares. Del mismo modo el indicador parcial de ACS mejora de G a A pues se ha introducido una unidad de aerotermia solo para

ACS en previsión de la eliminación de la caldera actual. No varía el indicador parcial de iluminación pues no hemos actuado sobre el sistema de alumbrado. La calificación energética en cuanto a emisiones ha mejorado un 24,71%.

7.2.3 Hipótesis simple 0 (Estado actual) con la hipótesis simple 3 (Cambio de sistema de climatización a hidrónico con bomba de calor)

El indicador parcial de calefacción y refrigeración mejora de la C a B, esto se debe a que sustituimos una caldera de condensación por una unidad que tiene un COP de entre 3,44 y una enfriadora por una bomba de calor que tiene un EER de 2,85. El indicador parcial de ACS mejora de G a B pues se ha introducido una unidad de aerotermia solo para ACS en previsión de la eliminación de la caldera actual. No varía el indicador parcial de iluminación pues no hemos actuado sobre el sistema de alumbrado. La calificación energética en cuanto a emisiones ha mejorado un 28,92%.

7.2.4 Hipótesis simple 0 (Estado actual) con la hipótesis simple 4 (Cambio de sistema de climatización a hidrónico condensación por agua geotermia)

El indicador parcial de calefacción y refrigeración mejora de la C a A, esto se debe a que sustituimos una caldera de condensación por una unidad que tiene un COP de entre 5.90 y una enfriadora por una bomba de calor geotérmica que tiene un EER de 5.50. Del mismo modo el indicador parcial de ACS mejora de G a B pues se ha introducido una unidad de aerotermia solo para ACS en previsión de la eliminación de la caldera actual. No varía el indicador parcial de iluminación pues no hemos actuado sobre el sistema de alumbrado. La calificación energética en cuanto a emisiones ha mejorado un 57,33%.

7.2.5 Hipótesis simple 0 (Estado actual) con la hipótesis simple 5 (Cambio del sistema de alumbrado)

El indicador parcial de calefacción y refrigeración y ACS no varía pues no se actúa sobre las instalaciones de climatización, pero el indicador parcial de iluminación mejora de D a B, se reducen notablemente las emisiones al instalar iluminación tipo LED. La calificación energética en cuanto a emisiones ha mejorado un 43,44%.

Según el análisis de calificación energética en cuanto a emisiones que se ha realizado en las diferentes hipótesis combinadas, se obtiene la siguiente tabla comparativa (Tabla 7.3).

Hipotesis	INDICADORES PARCIALES [kgCO ₂ /m ² ·año]				INDICADOR GLOBAL [kgCO ₂ /m ² ·año]
	CALEFACCIÓN	REFRIGERACIÓN	ACS	ILUMINACIÓN	
H.Simple 0	12,43 C	8,9 C	0,14 G	19,02 C	40,48 C
H.Combinada 1	13,77 B	7,46 C	0,14 G	3,24 B	24,61 B
H.Combinada 2	2,89 A	8,96 C	0,05 B	19,02 C	30,92 B
H.Combinada 3	1,7 A	4,73 A	0,06 C	19,02 C	25,51 B
H.Combinada 4	5,76 A	6,41 B	0,05 B	3,24 B	15,46 A
H.Combinada 5	3,35 A	3,33 A	0,06 C	3,44 B	10,18 A
H.Combinada 6	4,49 A	6,79 B	0,05 B	3,24 B	14,57 A
H.Combinada 7	2,63 A	3,62 A	0,06 C	3,24 B	9,54 A

Tabla 7.3 Análisis de la calificación energética de las diferentes hipótesis combinadas.

Esta comparativa permite comprobar cuál es la mejora de la calificación energética del edificio en emisiones si se le someten a la diferente hipótesis combinadas, actuando sobre los sistemas activos y pasivos.

7.2.6 Hipótesis simple 0 (Estado actual) con la hipótesis combinada 1 (Cambio de fachada y alumbrado)

El indicador parcial en calefacción mejora de C a B pues tenemos menos cargas que vencer y tenemos la misma caldera en ambos casos. El indicador parcial del ACS permanece con la misma letra pues no hemos actuado sobre el sistema, que se alimenta de la caldera de condensación. El indicador parcial de iluminación pasa de D a B pues actuamos sobre el sistema de alumbrado. La calificación energética en cuanto a emisiones ha mejorado un 64,49%.

7.2.7 Hipótesis simple 0 (Estado actual) con la hipótesis combinada 2 (Cambio de fachada y cambio de sistema de climatización a hidrónico con bomba de calor)

El indicador parcial en calefacción mejora de C a A y el indicador parcial de refrigeración permanece constante. El indicador parcial de ACS mejora de G a B pues se ha introducido una unidad de aerotermia solo para ACS en previsión de la eliminación de la caldera actual. El indicador parcial de iluminación permanece con la misma letra pues no hemos actuado sobre el sistema. La calificación energética en cuanto a emisiones ha mejorado un 30,92%.

7.2.8 Hipótesis simple 0 (Estado actual) con la hipótesis combinada 3 (Cambio de fachada y cambio de sistema de climatización a hidrónico condensación por agua geotermia)

El indicador parcial en calefacción y refrigeración mejora de C a A. El indicador parcial de ACS mejora de G a B pues se ha introducido una unidad de aerotermia solo para ACS en previsión de la eliminación de la caldera actual. El indicador parcial de iluminación permanece con la misma letra pues no hemos actuado sobre el sistema. La calificación ha mejorado un 58,68%.

7.2.9 Hipótesis simple 0 (Estado actual) con la hipótesis combinada 4 (Cambio de alumbrado + cambio de sistema de climatización a hidrónico con bomba de calor) y con la hipótesis 6 (Cambio de alumbrado + cambio de fachada + Cambio de sistema de climatización a hidrónico con bomba de calor)

Podemos comparar estas hipótesis conjuntamente porque prácticamente el cambio de la fachada no tiene repercusión sobre el indicador global de emisión y su calificación. En estas hipótesis combinadas los indicadores parciales de calefacción y refrigeración pasan de C a B. El indicador parcial de ACS mejora de G a B pues se ha introducido en ambos casos una unidad de aerotermia solo para ACS. El indicador parcial de iluminación pasa de D a B pues actuamos sobre el sistema de alumbrado. La calificación ha mejorado un 161,84% y un 177,83% respectivamente.

7.2.10 Hipótesis simple 0 (estado actual) con la hipótesis combinada 5 (Cambio de alumbrado + cambio de fachada + Cambio de sistema de climatización a hidrónico con bomba de calor) y con la hipótesis 7 (Cambio de alumbrado + cambio de fachada + cambio de fachada + Cambio de sistema de climatización a hidrónico con bomba de calor)

Podemos comparar estas hipótesis conjuntamente porque prácticamente el cambio de la fachada no tiene repercusión sobre el indicador global de emisión y su calificación. En estas hipótesis combinadas los indicadores parciales de calefacción y refrigeración pasan de C a A. El indicador parcial de ACS mejora de G a B pues se ha introducido en ambos casos una unidad de aerotermia solo para ACS. El indicador parcial de iluminación pasa de D a B pues actuamos sobre el sistema de alumbrado. La calificación ha mejorado un 297% y un 324% respectivamente.

En el siguiente grafico se puede ver de forma más clara que porcentaje de mejora ha tenido las hipótesis simples y combinadas en función de la hipótesis 0, estado actual (Fig. 7.4)

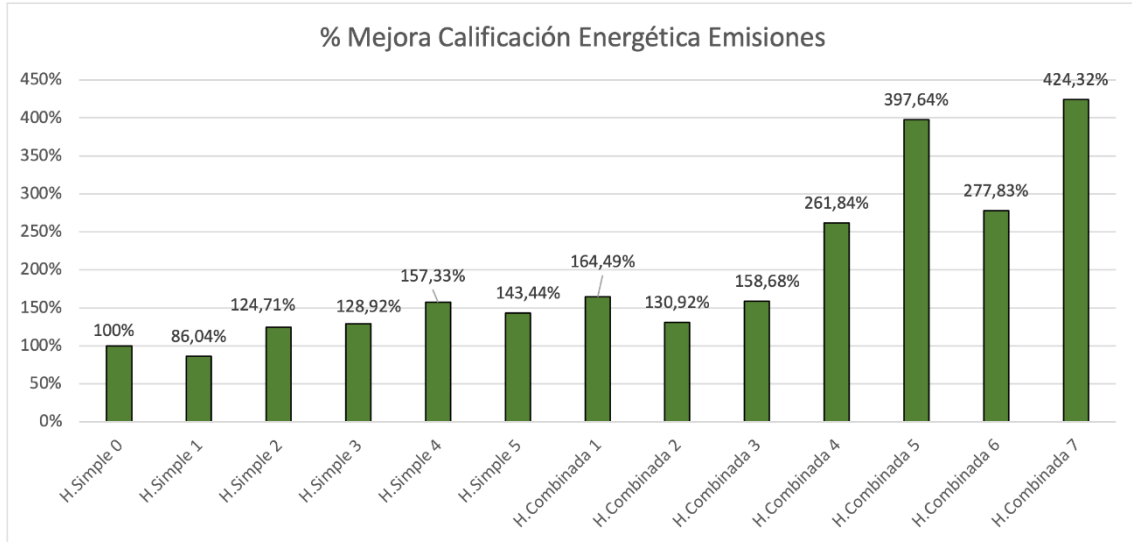


Figura 7.4. Mejora de la calificación energética en emisiones de las diferentes hipótesis respecto a la hipótesis simple 0

7.3 ANALISIS DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Según el análisis de calificación energética que se ha realizado en la diferente hipótesis simple, se obtiene la siguiente tabla comparativa (Tabla 7.4).

Hipotesis	INDICADORES PARCIALES [kgCO ₂ /m ² ·año]				INDICADOR GLOBAL [kgCO ₂ /m ² ·año]
	CALEFACCIÓN	REFRIGERACIÓN	ACS	ILUMINACIÓN	
H.Simple 0	59,36 D	52,56 C	0,65 G	112,25 D	224,82 C
H.Simple 1	68,85 C	35,86 C	0,76 G	146,95 D	262 C
H.Simple 2	24,81 B	54,24 C	0,3 C	112,25 D	191,6 C
H.Simple 3	23,73 B	49,1 B	0,3 C	112,25 D	185,38 C
H.Simple 4	13,84 A	25,44 A	0,35 C	112,25 D	151,88 B
H.Simple 5	83,77 D	42,11 C	0,65 G	19,13 B	145,67 C

Tabla 7.4 Análisis de la calificación energética del edificio en consumo de energía primaria no renovable en función de las diferentes hipótesis simples

Esta comparativa permite comprobar cuál es la mejora de la calificación energética del edificio en consumo de la energía primaria si se le someten a las diferentes hipótesis simples, actuando sobre los sistemas activos y pasivos.

Estas tablas están estrechamente relacionadas con la tabla anterior de calificación en emisiones de las hipótesis simples, por lo que podemos hacer un resumen de los datos

obtenidos diciendo que si mejoramos los sistemas activos de instalaciones de climatización o alumbrado se reduce el consumo de energía primaria no renovable.

Según el análisis de calificación energética que se ha realizado en la diferente hipótesis combinadas, se obtiene la siguiente tabla comparativa (Tabla 7.5).

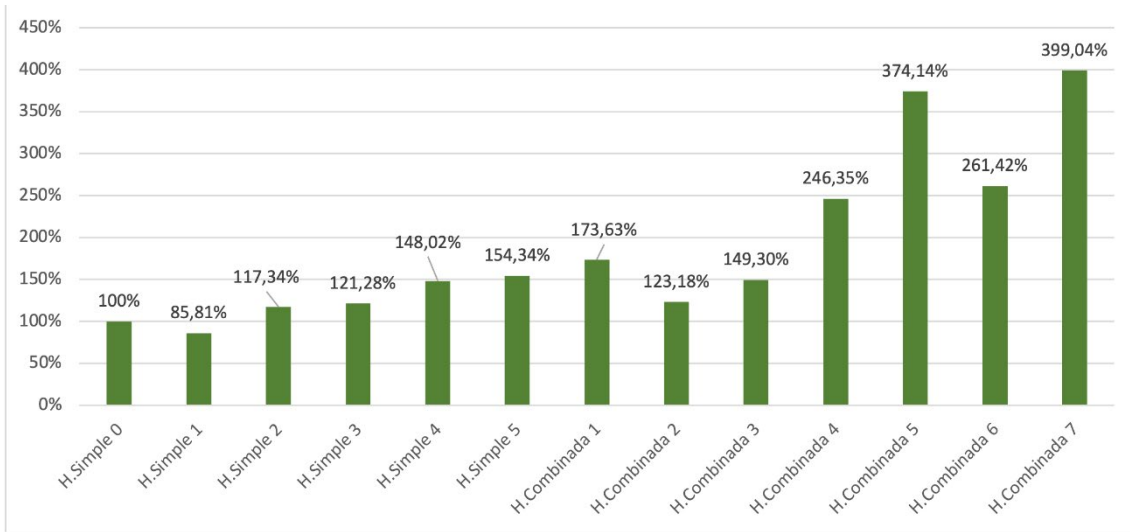
Hipotesis	INDICADORES PARCIALES [kgCO ₂ /m ² ·año]				INDICADOR GLOBAL [kgCO ₂ /m ² ·año]
	CALEFACCIÓN	REFRIGERACIÓN	ACS	ILUMINACIÓN	
H.Simple 0	59,36 D	52,56 C	0,65 G	112,25 D	224,82 C
H.Combinada 1	65,65 C	44,04 C	0,65 G	19,13 B	129,48 C
H.Combinada 2	17,09 A	52,87 C	0,3 C	112,25 D	182,51 C
H.Combinada 3	10,03 A	27,96 A	0,35 C	112,25 D	150,58 B
H.Combinada 4	34,01 B	37,82 B	0,3 C	19,13 B	91,26 B
H.Combinada 5	19,75 A	19,67 A	0,35 C	20,33 B	60,09 A
H.Combinada 6	26,49 A	40,08 B	0,3 C	19,13 B	86 B
H.Combinada 7	15,51 A	21,35 A	0,35 C	19,13 B	56,34 A

Tabla 7.5 Análisis de la calificación energética del edificio en consumo de energía primaria no renovable en función de las diferentes hipótesis combinadas

Esta comparativa permite comprobar cuál es la mejora de la calificación energética del edificio en consumo de la energía primaria si se le someten a las diferentes hipótesis combinadas, actuando sobre los sistemas activos y pasivos.

Estas tablas están estrechamente relacionadas con la tabla anterior de calificación en emisiones de las hipótesis combinadas, por lo que podemos hacer un resumen de los datos obtenidos diciendo que si mejoramos los sistemas activos de instalaciones de climatización o alumbrado se reduce el consumo de energía primaria no renovable.

En el siguiente grafico se puede ver de forma más clara que porcentaje de mejora ha tenido las hipótesis simples y combinadas en función de la hipótesis 0, estado actual (Fig. 7.5)



7.4 ANÁLISIS DE LA CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA EN CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort en el edificio.

Según el análisis de calificación energética que se ha realizado en la diferente hipótesis simple, se obtiene la siguiente tabla comparativa (Tabla 7.6).

Hipotesis	Demanda de calefacción [kWh/m ² ·año]		Demanda de refrigeración [kWh/m ² ·año]	
H.Simple 0	41,77	D	71,61	D
H.Simple 1	46,32	C	52,45	D
H.Simple 2	41,77	D	71,61	D
H.Simple 3	41,77	D	71,61	D
H.Simple 4	41,77	D	71,61	D
H.Simple 5	59,88	D	55,16	C

Tabla 7.6 Análisis de la calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración en función de las diferentes hipótesis simples.

Esta comparativa permite comprobar cuál es la mejora de la calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración de las hipótesis simple en función de la hipótesis simple 0. Para ello tendremos que actuar sobre las soluciones que reducen

las cargas térmicas del edificio. Estas son la hipótesis simple 1 y la hipótesis simple 5, donde se determina qué;

Si procedemos con la hipótesis simple 1 de cambio la fachada, la demanda de calefacción aumenta y la demanda de refrigeración disminuye respecto a la hipótesis 0. Se debe a que, si se modifica la fachada, la transmisión térmica se reduce, pero permanece las ganancias por radiación.

Si procedemos con la hipótesis simple 5 de cambio la iluminación, la demanda de calefacción aumenta y la demanda de refrigeración disminuye respecto a la hipótesis 0. Se debe a que, si se modifica el alumbrado con una instalación de luminarias de Led, se reduce la ganancia de cargas térmicas internas.

Según el análisis de calificación energética que se ha realizado en la diferente hipótesis simple, se obtiene la siguiente tabla comparativa (Tabla 7.7).

Hipotesis	Demanda de calefacción [kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración [kWh/m ² ·año]
H.Simple 0	41,77 D	71,61 D
H.Combinada 1	46,64 C	58,46 D
H.Combinada 2	30,08 C	77,12 D
H.Combinada 3	30,28 C	78,69 D
H.Combinada 4	59,88 D	55,16 C
H.Combinada 5	59,64 D	55,36 C
H.Combinada 6	46,64 C	58,46 D
H.Combinada 7	46,83 C	60,09 D

Tabla 7.7 Análisis de la calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración en función de las diferentes hipótesis simples.

Esta comparativa permite comprobar cuál es la mejora de la calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración de las hipótesis combinadas en función de la hipótesis simple 0. Para ello del mismo modo que en la hipótesis anterior tendremos que actuar sobre las soluciones que reducen las cargas térmicas del edificio.

En el siguiente grafico se puede ver de forma más clara que porcentaje de mejora de la calificación parcial de la demanda energética de refrigeración (Fig. 7.6) y calefacción (Fig. 7.7) tenido las hipótesis simples y combinadas en función de la hipótesis 0,

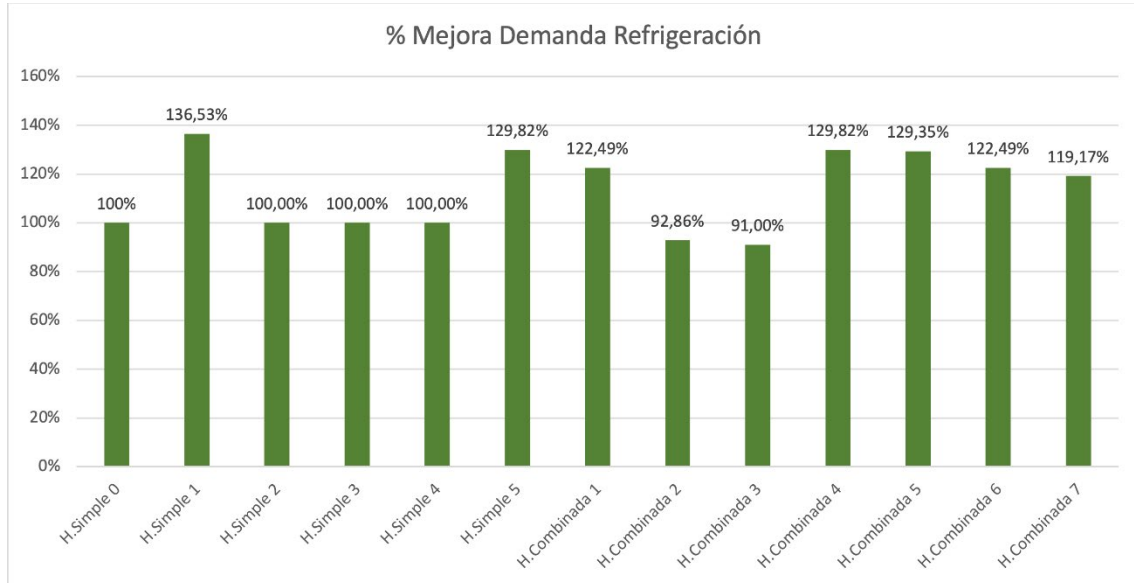


Figura 7.6 Mejora de la calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración en función de las diferentes hipótesis

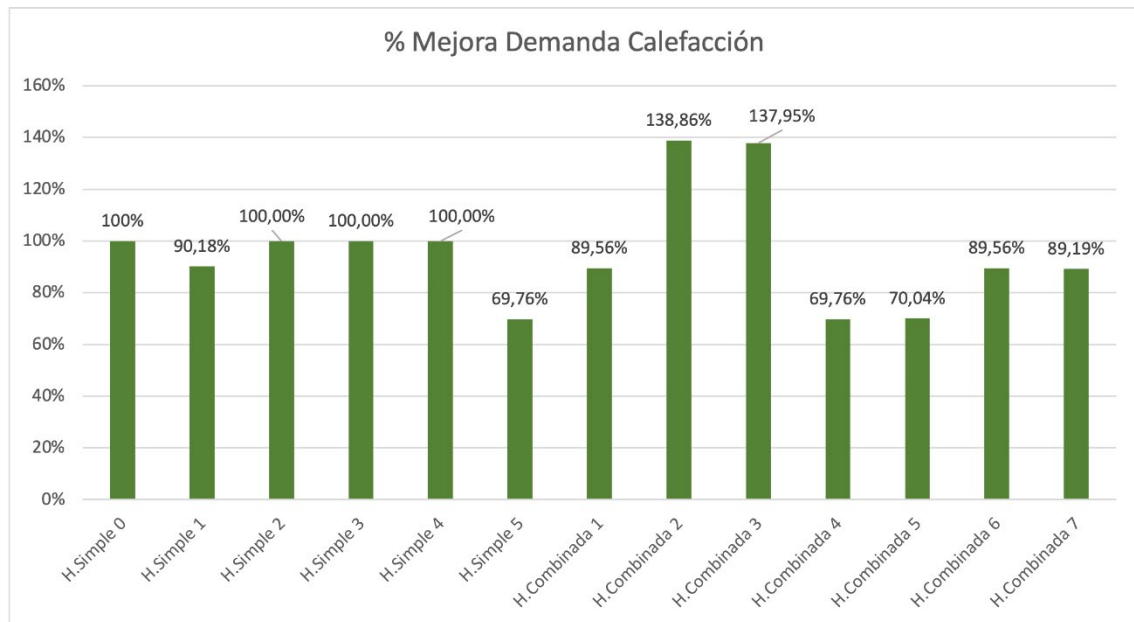


Figura 7.7 Mejora de la calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración en función de las diferentes hipótesis

7.5 ANALISIS DE LAS EMISIONES DE CO2

También es posible tener un análisis de las emisiones de CO2 por consumo eléctrico y por otros combustibles en cuanto a las diferentes hipótesis simples (Tabla 7.8) y a las diferentes hipótesis combinadas (Tabla 7.9)

Las emisiones de CO₂ por otros combustibles corresponden a la hipótesis con caldera y las emisiones de CO₂ por consumo eléctrico a las instalaciones de climatización por expansión directa, bomba de calor, geotermia e instalaciones de alumbrado.

	Emisiones CO₂ por consumo eléctrico		Emisiones CO₂ por otros combustibles	
Hipotesis	kgCO₂/m²·año	kgCO₂·año	kgCO₂/m²·año	kgCO₂·año
H.Simple 0	28,50	152.419,42	11,99	64.116,77
H.Simple 1	32,85	175.709,39	14,20	75.980,10
H.Simple 2	32,46	173.603,58	0,00	0,00
H.Simple 3	31,40	167.967,61	0,00	0,00
H.Simple 4	25,73	137.613,55	0,00	0,00
H.Simple 5	10,94	58.492,85	17,18	91.876,83

Tabla 7.8 Emisiones de CO₂ en cuanto a las hipótesis simples

Se comprueba que cuanto más COP y más EER tienen los sistemas de climatización, más eficientes son y menos emisiones producen.

	Emisiones CO₂ por consumo eléctrico		Emisiones CO₂ por otros combustibles	
Hipotesis	kgCO₂/m²·año	kgCO₂·año	kgCO₂/m²·año	kgCO₂·año
H.Simple 0	28,50	152.419,42	11,99	64.116,77
H.Combinada 1	11,22	60.018,54	13,39	71.635,16
H.Combinada 2	30,92	165.369,78	0,00	0,00
H.Combinada 3	25,51	136.441,81	0,00	0,00
H.Combinada 4	15,46	82.693,44	0,00	0,00
H.Combinada 5	10,18	54.449,50	0,00	0,00
H.Combinada 6	14,57	77.926,05	0,00	0,00
H.Combinada 7	9,54	51.047,78	0,00	0,00

Tabla 7.9 Emisiones de CO₂ en cuanto a las hipótesis compuestas

8 CONCLUSIONES

En el presente trabajo de fin de grado se ha estudiado un caso representativo del extenso parque de edificios terciarios, de uso oficina, concretamente de un edificio entre medianeras y con la mayor parte de su fachada principal acristalada (muro cortina). En el estudio se ha comprobado que sus condiciones energéticas distan notablemente de las actuales exigencias para cumplir con los objetivos de descarbonización y políticas de eficiencia y ahorro energético del sector de la edificación.

Se ha analizado el estado actual del caso de estudio y se han propuesto diferentes hipótesis de mejoras, tanto pasivas como activas, tras las cuales llegamos a las siguientes conclusiones:

1. En cuanto a las medidas pasivas, si se actúa únicamente solamente sobre el elemento más débil de la envolvente térmica (hipótesis simple 1) desde el punto de vista energético (fachada acristalada), mejorando la transmitancia térmica (pasamos de $0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$ a $0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$) se produce una reducción de las cargas térmicas del 6% en refrigeración y de un 12% en calefacción.
2. Si cambiamos el sistema de climatización a un sistema de expansión directa tipo VRV (hipótesis simple 2) las emisiones se reducen entorno a un 20% aunque mantendríamos la etiqueta C
3. Sin embargo, si optamos por un sistema hidrónico mediante bomba de calor (hipótesis simple 3), mejoraríamos la calificación en emisiones un 24% y reduciríamos las emisiones un 36% alcanzando la etiqueta B
4. Del mismo modo ocurriría con un sistema hidrónico de condensación por agua, geotermia (hipótesis simple 4), la cual mejoraría la calificación en emisiones un 38% y reduciríamos las emisiones un 62%
5. Si se actúa sustituyendo las instalaciones de alumbrado interior (hipótesis 5) se reducen las cargas térmicas en un 8%, lo que supondrá una reducción importante de la demanda de refrigeración al bajar es carga interna.
6. Además, si al supuesto anterior, añadimos también la actuación sobre la envolvente térmica (hipótesis combinada 1) reduciríamos las cargas térmicas de refrigeración y las de calefacción entre 11-12% respectivamente, incluso nuestro certificado energético obtendría la etiqueta B
7. Aplicar las soluciones combinadas de sistema hidrónico mediante bomba de calor y actuación sobre la envolvente térmica (hipótesis combinada 2) no haría elevar la etiqueta más de la letra B y las emisiones sería las mismas que en la hipótesis 3 ya que dependen del consumo de la unidad de producción.

8. Aunque las soluciones combinadas de sistema hidrónico de condensación por agua, geotermia y actuación sobre la envolvente térmica (hipótesis combinada 3) tampoco elevaría la clasificación como el apartado anterior, su eficiencia energética es comparable con la hipótesis combinada pues los indicadores globales son similares ($24,61\text{KgCO}_2/\text{m}^2\cdot\text{año}$ frente a $25,51\text{ KgCO}_2/\text{m}^2\cdot\text{año}$)
9. Para elevar la etiqueta energética a letra A, máxima calificación es imprescindible actuar conjuntamente sobre los sistemas de climatización y sistemas de alumbrado como se da en la hipótesis combinada 4 (Bomba de calor + Alumbrado) y 5 (Geotermia + Alumbrado) en los que se obtiene unos indicadores globales ($15,46\text{KgCO}_2/\text{m}^2\cdot\text{año}$ y $10,18\text{ KgCO}_2/\text{m}^2\cdot\text{año}$), reduciendo a la mitad las emisiones de CO₂ de sus hipótesis simples de los sistemas de climatización, ($82693,44\text{ KgCO}_2\cdot\text{año}$ y $54.449,50\text{ KgCO}_2\cdot\text{año}$) y respecto al edificio en su estado original de un 62% y 75%.
10. Por último, las hipótesis combinadas 6 y 7 donde además de las anteriores se actuaría sobre la fachada, se determina que no varía sustancialmente la calificación energética ni la reducción de la producción de emisiones ni la reducción del consumo. Por lo que se daría una situación que sería imposible de amortizar.

Como resumen podemos afirmar que para mejorar el comportamiento energético del parque edificado de oficinas de esta tipología (entre medianeras y con fachadas acristaladas) la simple actualización de sus sistemas activos (climatización y alumbrado) es lo que mayor influencia tiene, consiguiendo, por tanto, reducir los consumos energéticos y las emisiones de CO₂. Un simple gesto como la modificación instalaciones de alumbrado permite mejorar al doble la eficiencia energética del edificio.

Hoy en día, nadie duda de que, de igual manera que podemos parametrizar un edificio, saber cuánto mide, cuánto pesa (la célebre pregunta que Buckminster Fuller le hizo a Norman Foster, 'How much does your building weigh, Mr. Foster?'), deberíamos de saber todos, cuánto consumen nuestros edificios y qué hacer para mejorar su eficiencia energética.

Bibliografía

Libros

Aranda Usón, A., & Zabalza Bribián, I. (2010). Eficiencia energética en instalaciones y equipamiento de edificios. España: Prensa Universitarias de Zaragoza.

Guerrero Pérez, R. (2013). Edificación y eficiencia energética en los edificios. Antequera, Málaga: IC Editorial.

Illán Gómez, F. (2015). Eficiencia energética en las instalaciones de calefacción y ACS en los edificios. Madrid: Cano Pina.

Mendoza Ramírez, A. (2013). Eficiencia energética en las instalaciones de climatización en los edificios. Antequera, Málaga: IC Editorial.

Mestre, O. (2016). Efficient offices. Monsa.

Guías técnicas

Guía técnica de eficiencia energética en iluminación. Oficinas. (2021). IDAE.

Guía técnica Instalaciones de climatización con equipos autónomos. (2012). IDAE.

Guía técnica Instalaciones de climatización por agua. (2012). IDAE.

Guía técnica Diseño de sistemas de intercambio geotérmico de circuito cerrado. (2012). IDAE.

Guía técnica Ahorro y recuperación de energía en instalaciones de climatización (2012). IDAE.

Boletín IDAE: eficiencia energética y energías renovables. (2000). IDAE.

Páginas Web

Madrid aumenta un 48% los nuevos proyectos de oficinas - Brainsre news España. (2021). Visitado 24 Febrero del 2021, de <https://brainsre.news/la-promocion-de-nuevas-oficinas-aumenta-un-48-en-madrid/>

Madrid tiene el doble de espacio de oficinas que el reconocido hasta ahora por el sector. (2021). Visitado 3 Marzo del 2021, de https://www.elconfidencial.com/empresas/2019-11-28/madrid-doble-espacio-oficinas-reconocido-sector_2355492/

Bruselas lanza un plan para renovar 35 millones de edificios hasta 2030. (2021). Visitado 10 Abril del 2021, de <https://www.elagoradiario.com/ciudad-sostenible/bruselas-lanza-plan-renovar-35-millones-edificios-2030/>

Así es el plan de recuperación verde europeo: renovación de edificios, más renovables, apostar por el hidrógeno y una movilidad más limpia. (2021). Visitado 11 Abril del 2021, de <https://elperiodicodelaenergia.com/asi-es-el-plan-de-recuperacion-verde-europeo-renovacion-de-edificios-mas-renovables-apostar-por-el-hidrogeno-y-una-movilidad-mas-limpia/>

Arquitectura de Madrid. (2021). Visitado 17 de Octubre 2020, de https://guia-arquitectura-madrid.coam.org/#car.webK_01

Anexos

I. PLANIMETRÍA ELABORADA

II. ANEJO DE CALCULOS

CARGAS TÉRMICAS

HIPÓTESIS SIMPLE 0

HIPÓTESIS SIMPLE 1

HIPOTÉISIS SIMPLE 5

HIPOTESIS COMBINADA 1

EFICIENCIA ENERGÉTICA

HIPOTÉISIS SIMPLE 0

HIPÓTESIS SIMPLE 1

HIPÓTESIS SIMPLE 2

HIPOTÉISIS SIMPLE 3

HIPÓTESIS SIMPLE 4

HIPÓTESIS SIMPLE 5

HIPOTESIS COMBINADA 1

HIPOTESIS COMBINADA 2

HIPOTESIS COMBINADA 3

HIPOTESIS COMBINADA 4

HIPOTESIS COMBINADA 5

HIPOTESIS COMBINADA 6

HIPOTESIS COMBINADA 7

III. FICHA TÉCNICA PRODUCTOS EMPLEADOS

FICHA TÉCNICA VIDRIO

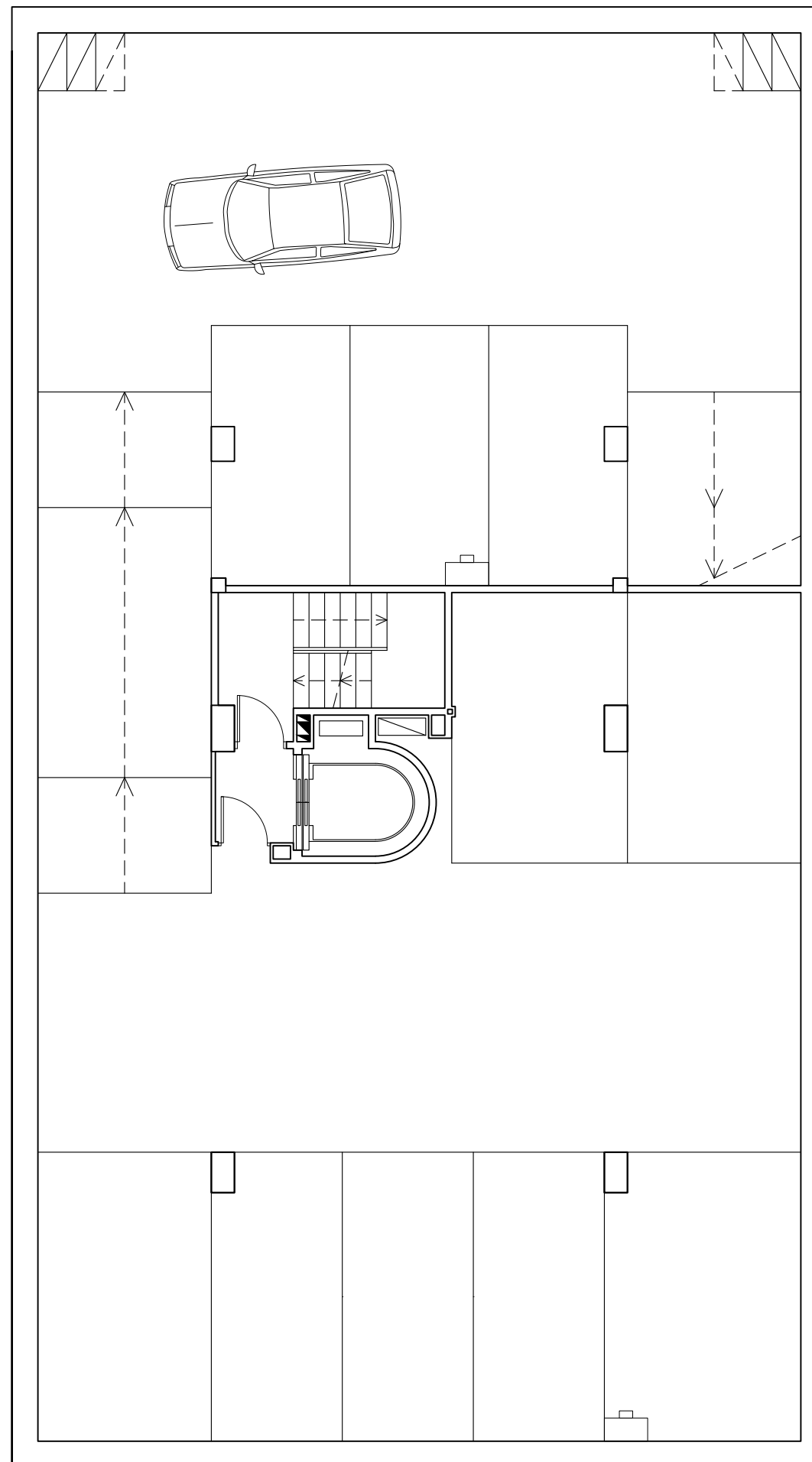
FICHA TÉCNICA UNIDAD EXPANSIÓN DIRECTA

FICHA TÉCNICA UNIDAD BOMBA DE CALOR

FICHA TÉCNICA UNIDAD BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA

I. PLANIMETRÍA ELABORADA

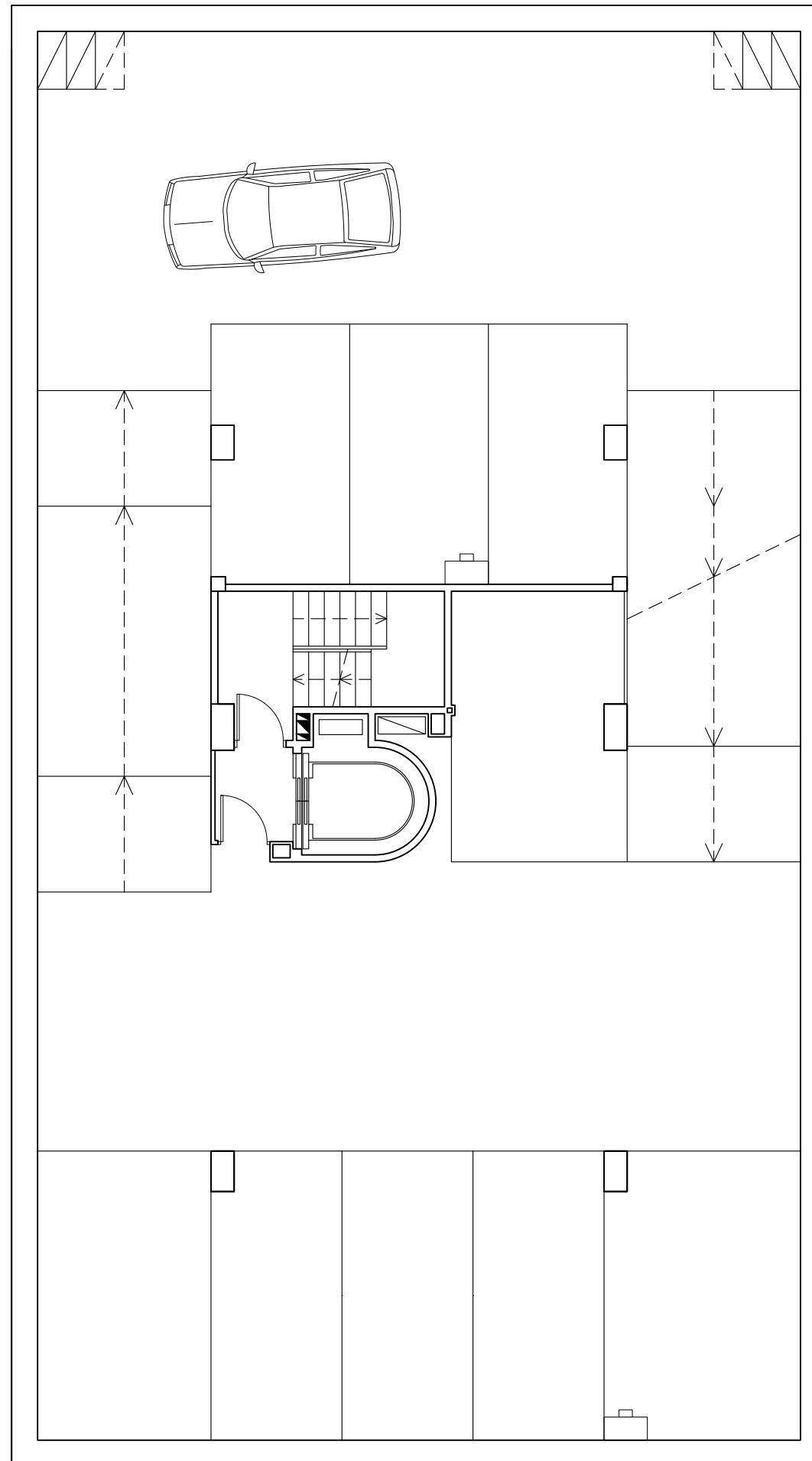
SANTA ENGRACIA 67-69
ESTADO ACTUAL



0 1 5

S3° ESCALA 1/100

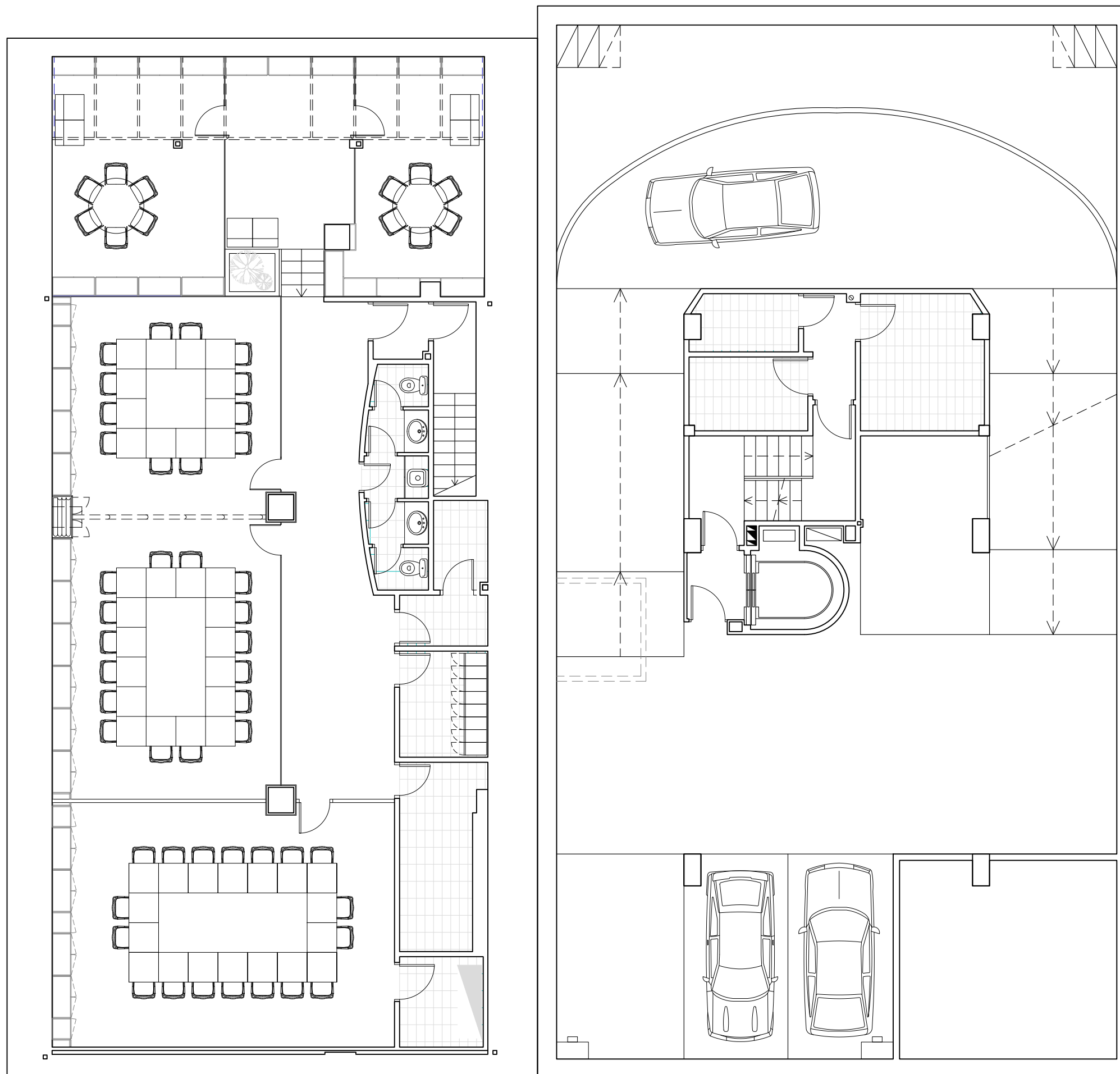
SANTA ENGRACIA 67-69
ESTADO ACTUAL



0 1 5

S2º ESCALA 1/100

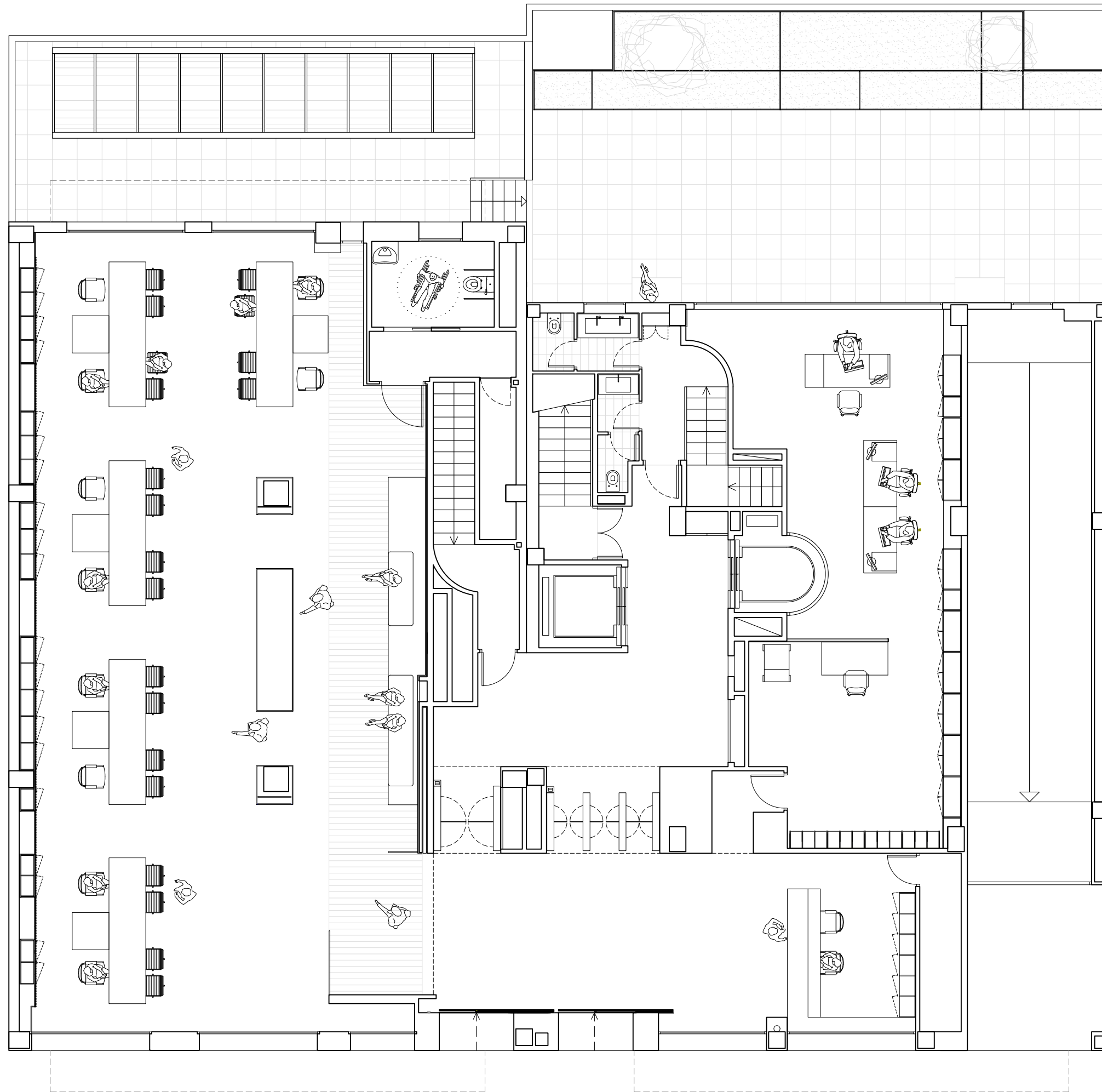
SANTA ENGRACIA 67-69
ESTADO ACTUAL



0 1 5

S1º ESCALA 1/100

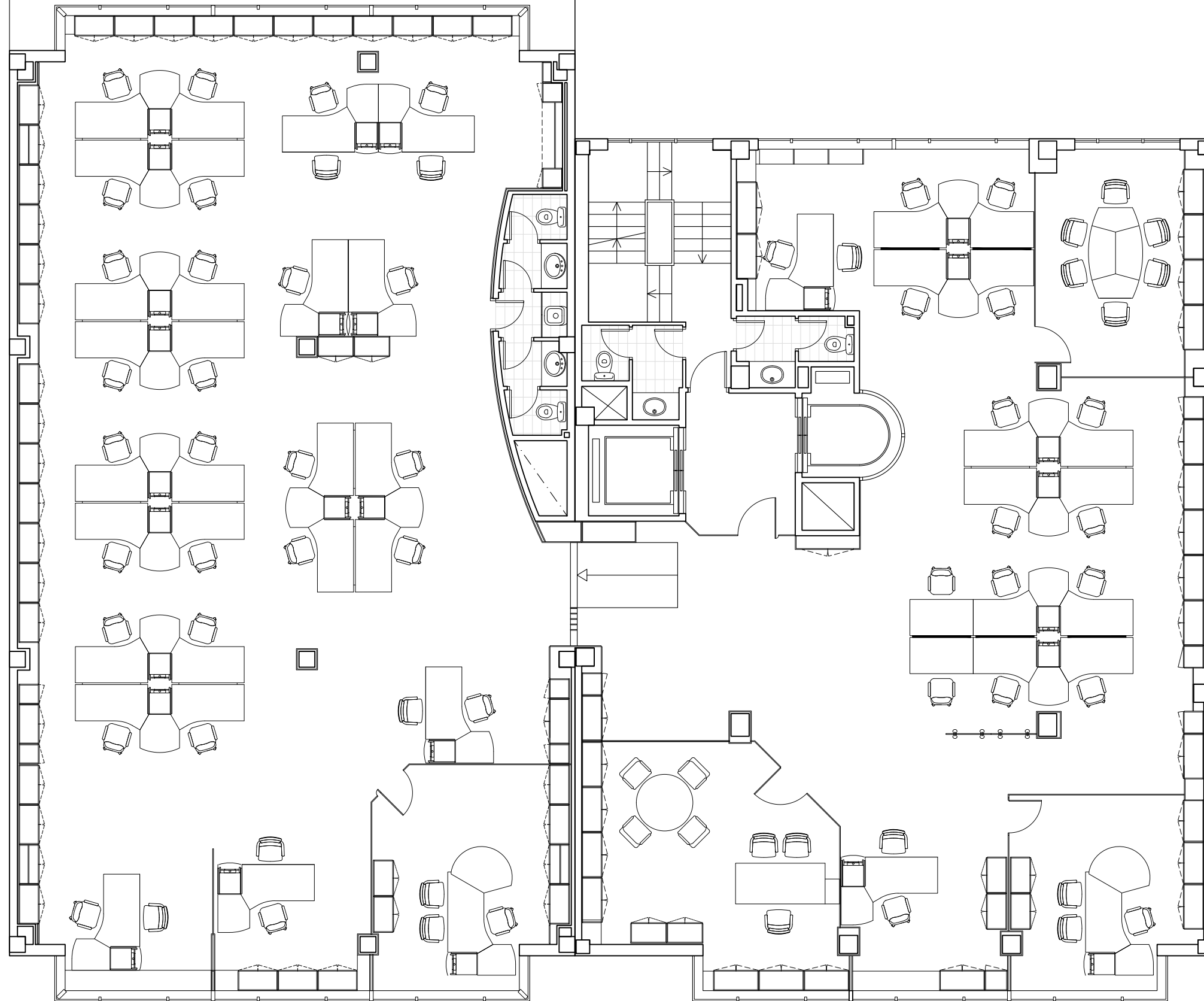
SANTA ENGRACIA 67-69
ESTADO ACTUAL



0 1 5

B^a ESCALA 1/100

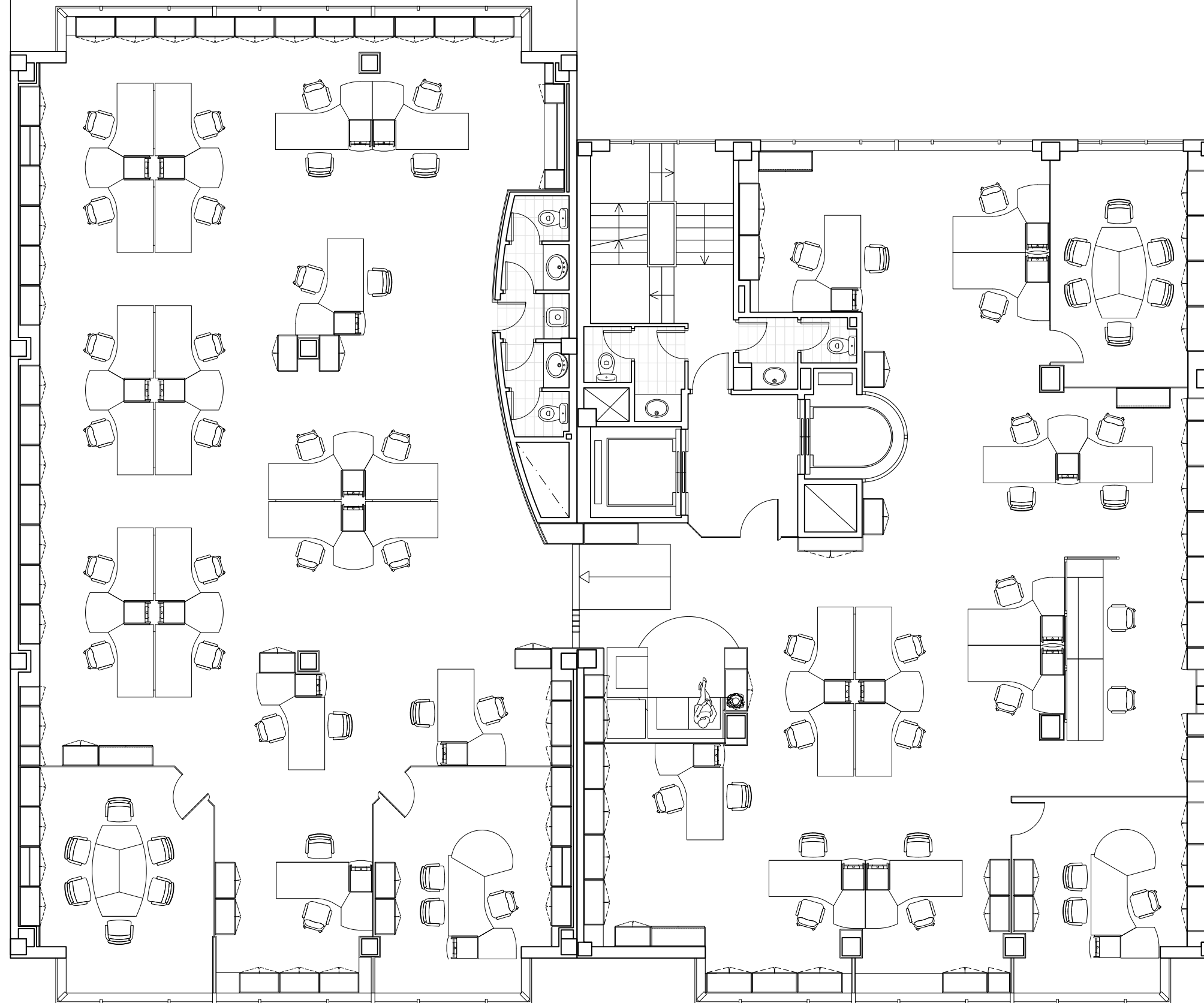
SANTA ENGRACIA 67-69
ESTADO ACTUAL



0 1 5

1ª ESCALA 1/100

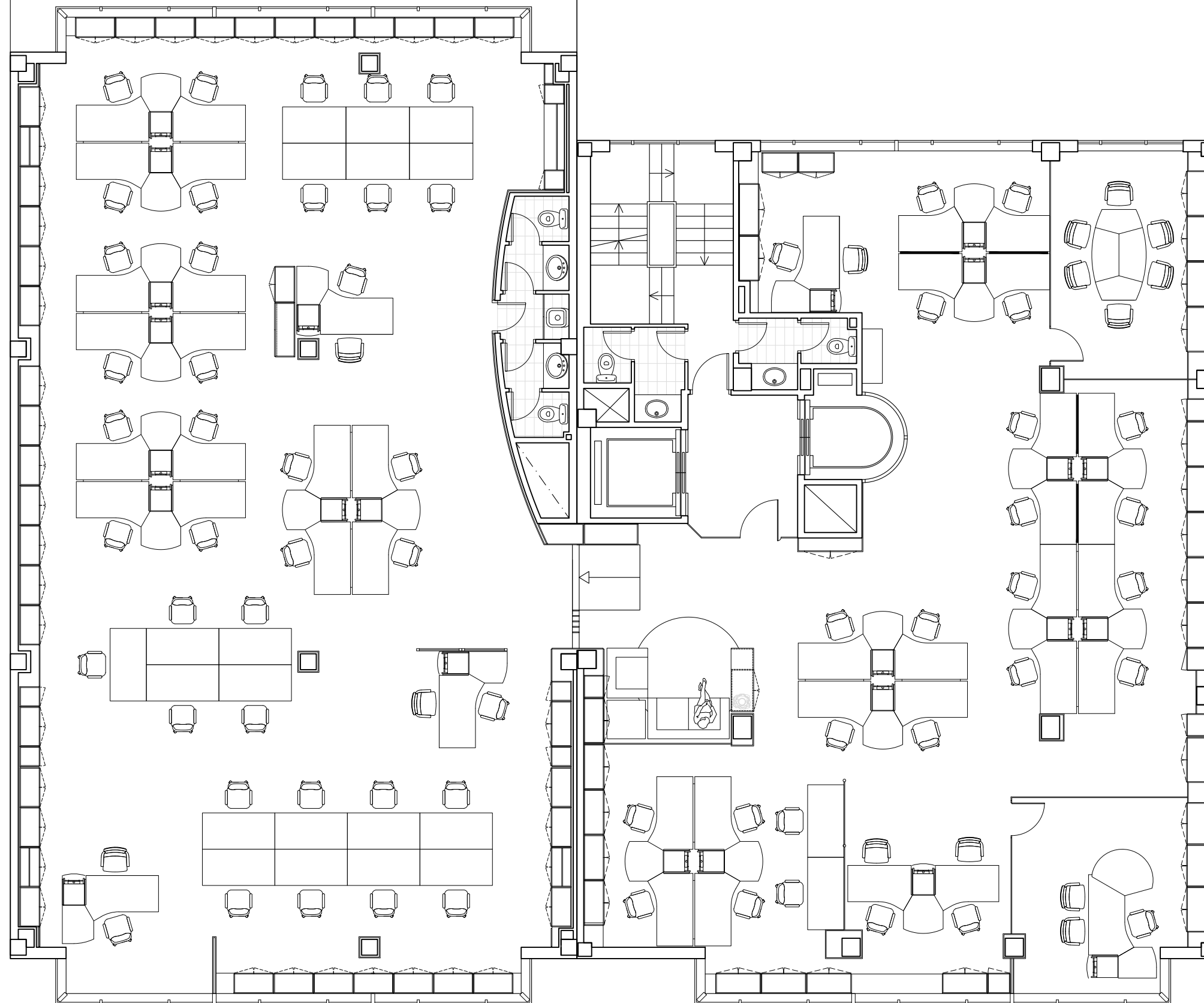
SANTA ENGRACIA 67-69
ESTADO ACTUAL



0 1 5

2ª ESCALA 1/100

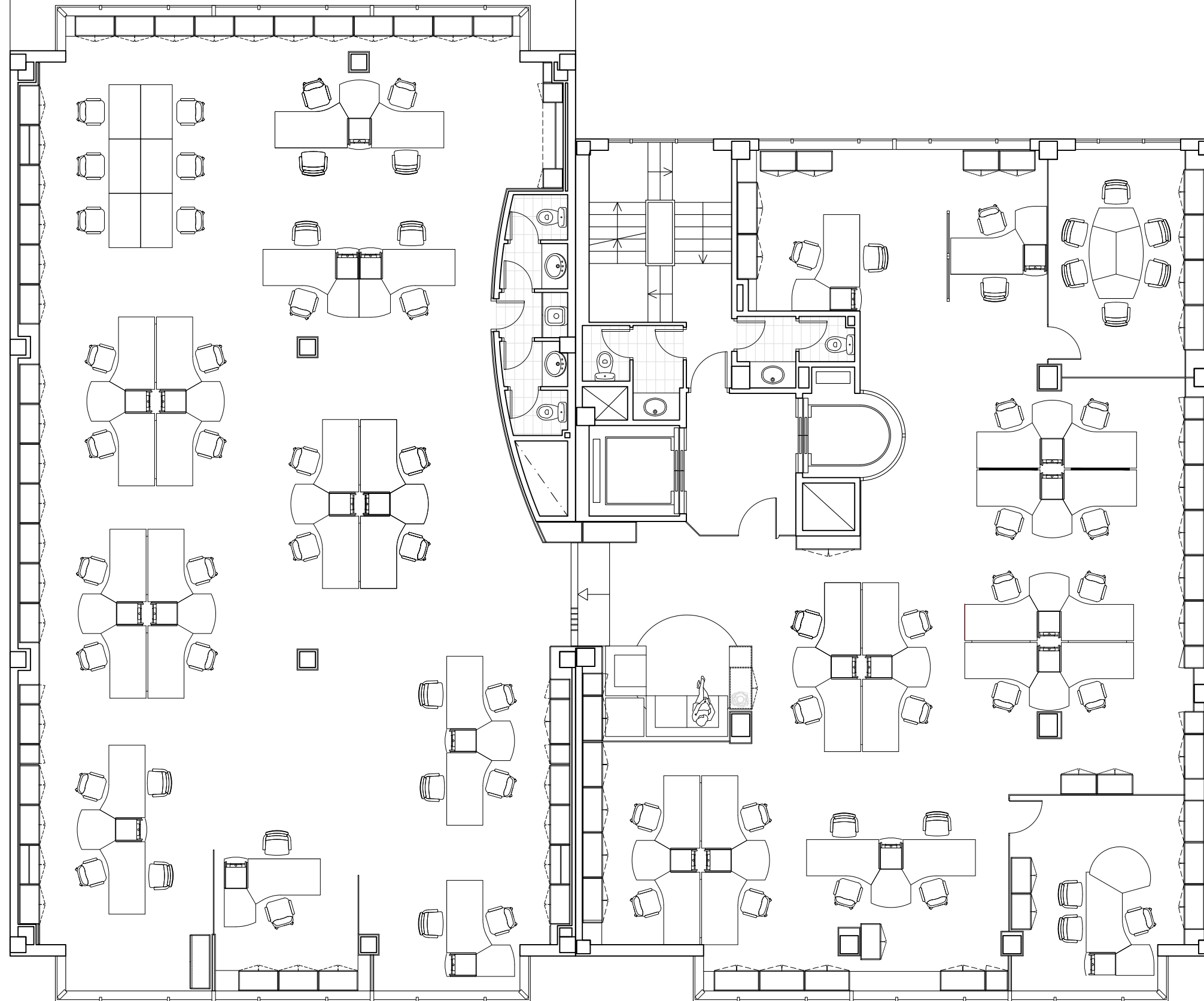
SANTA ENGRACIA 67-69
ESTADO ACTUAL



0 1 5

3ª ESCALA 1/100

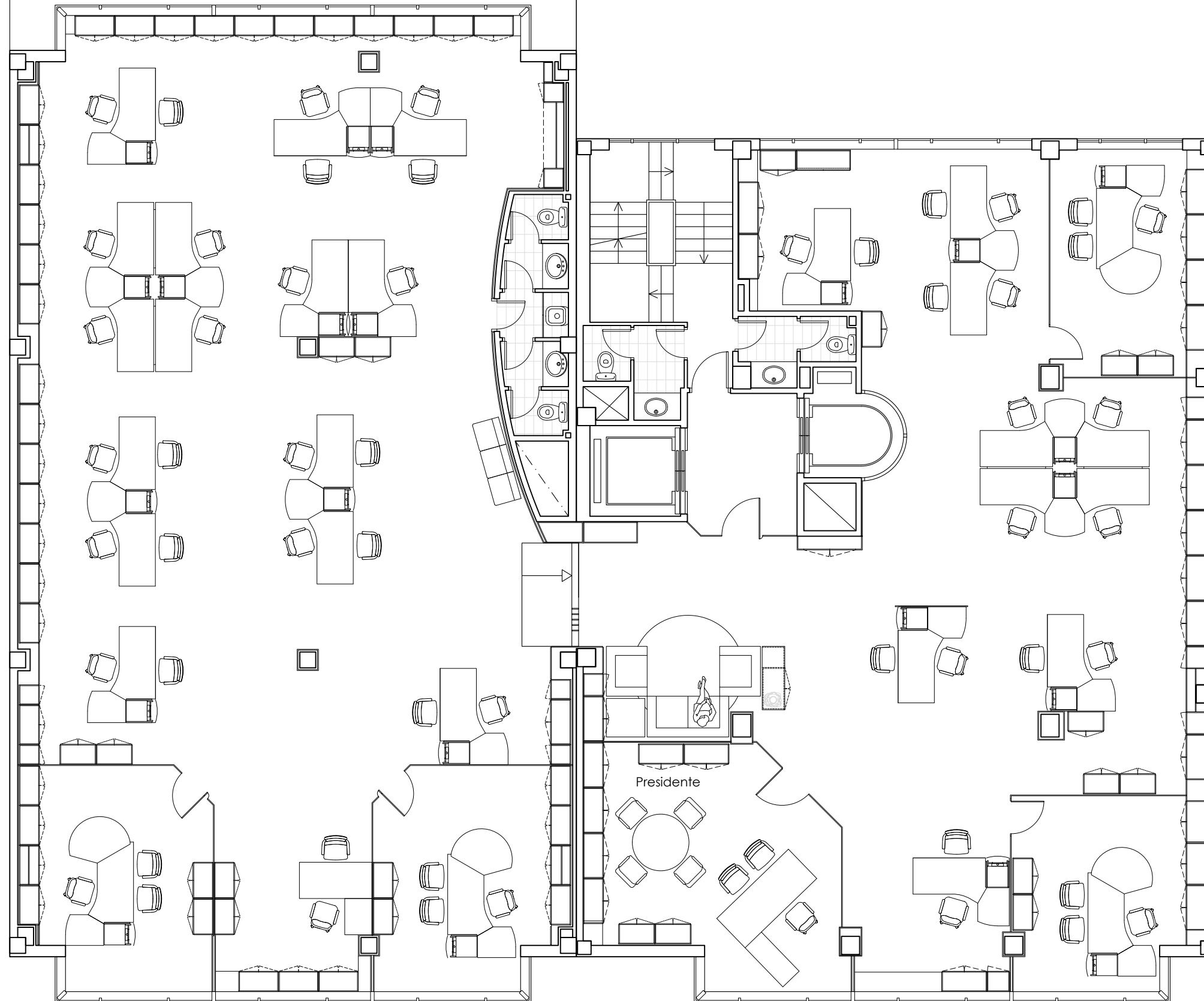
SANTA ENGRACIA 67-69
ESTADO ACTUAL



0 1 5

4^a ESCALA 1/100

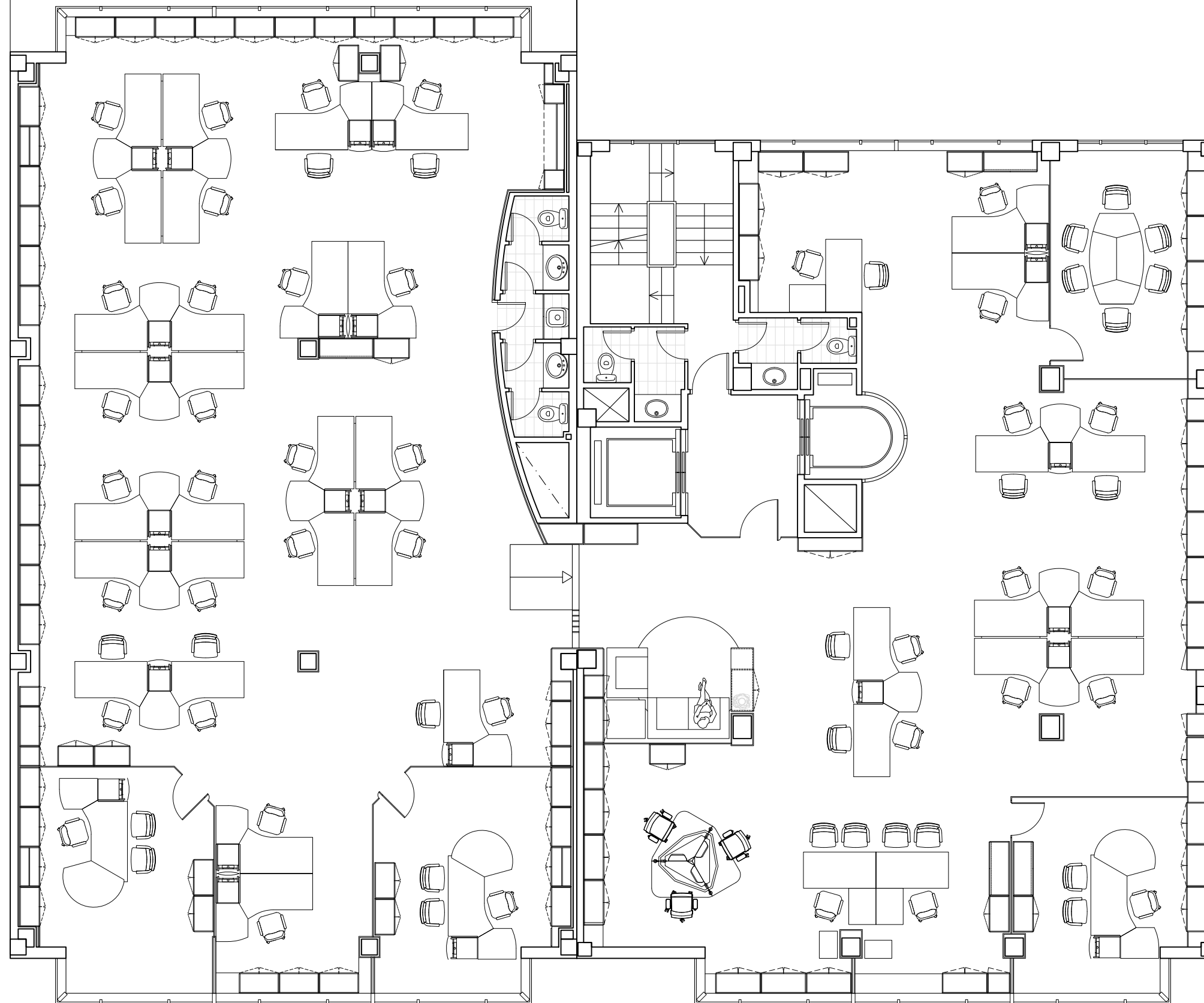
SANTA ENGRACIA 67-69
ESTADO ACTUAL



0 1 5

5ª ESCALA 1/100

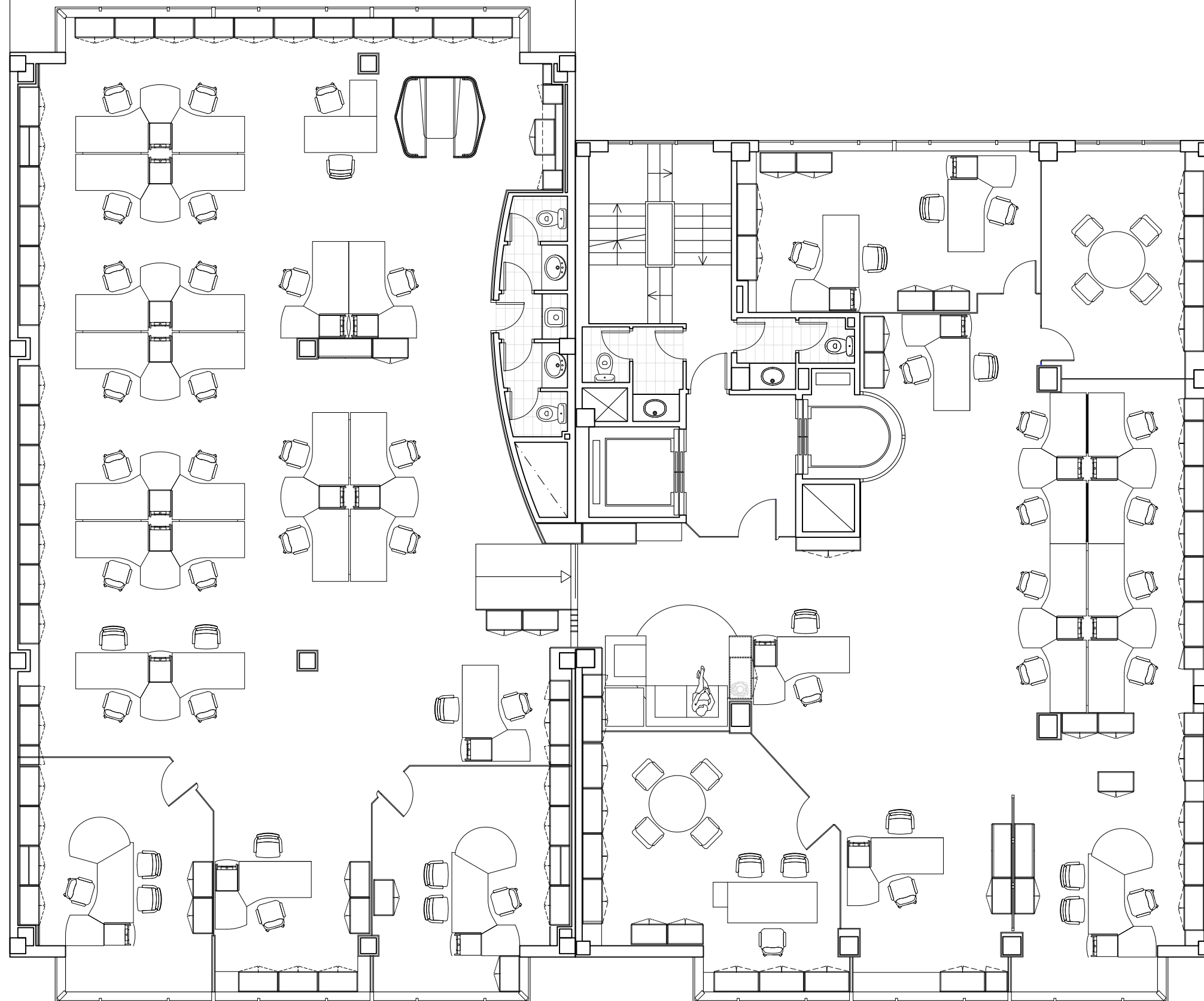
SANTA ENGRACIA 67-69
ESTADO ACTUAL



0 1 5

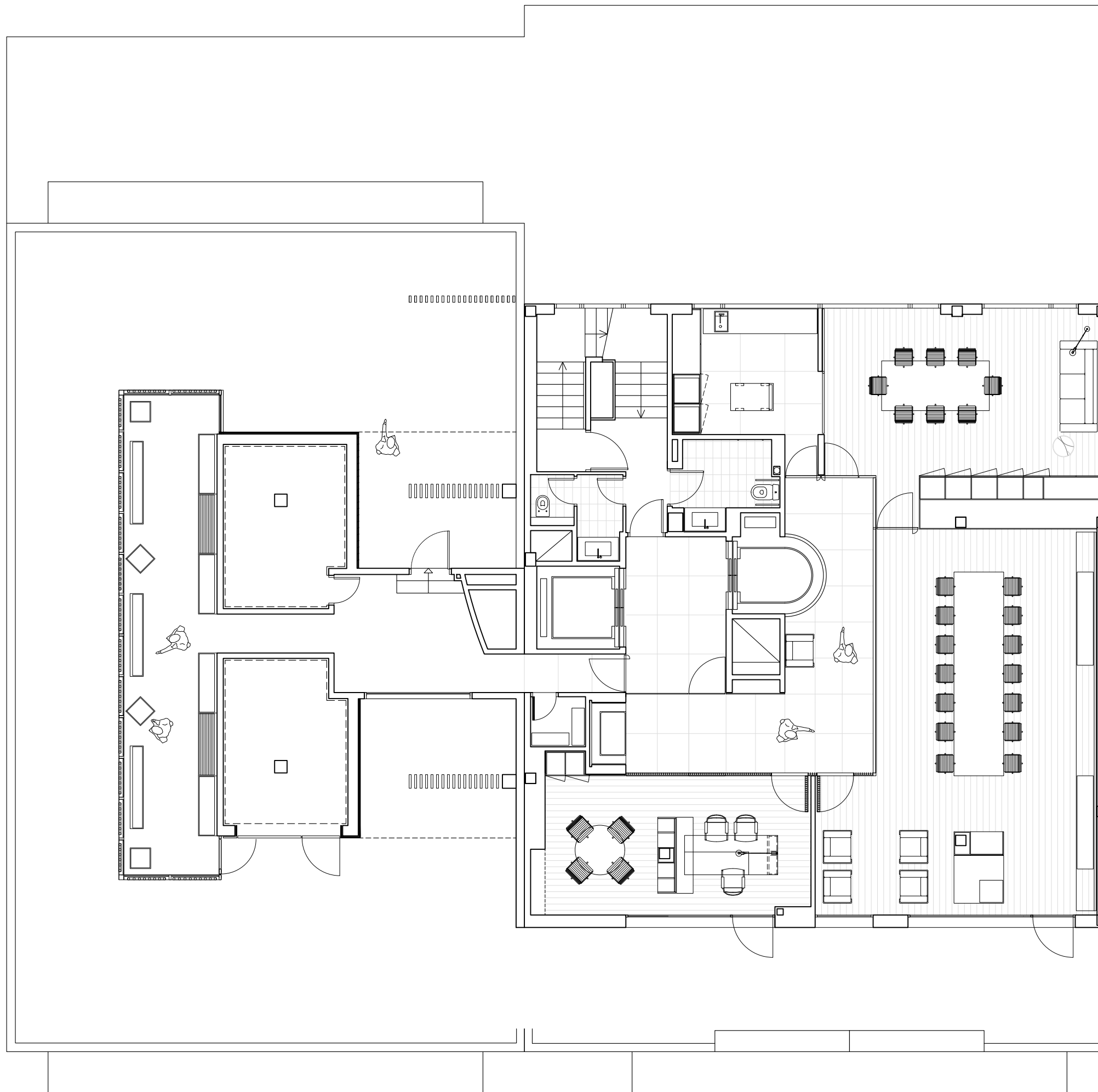
6^a ESCALA 1/100

SANTA ENGRACIA 67-69
ESTADO ACTUAL



0 1 5
7ª ESCALA 1/100

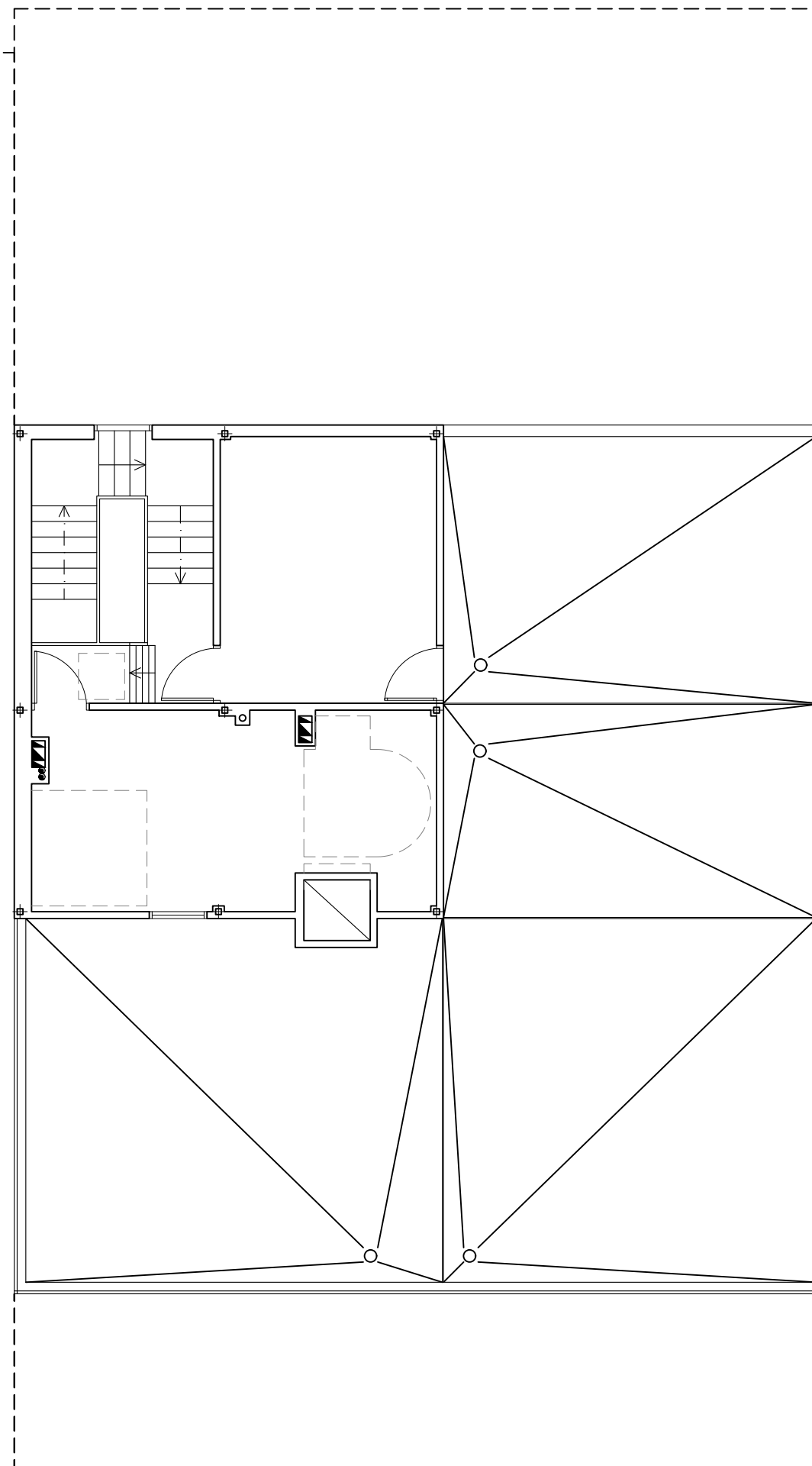
SANTA ENGRACIA 67-69
ESTADO ACTUAL



0 1 5

8ª ESCALA 1/100

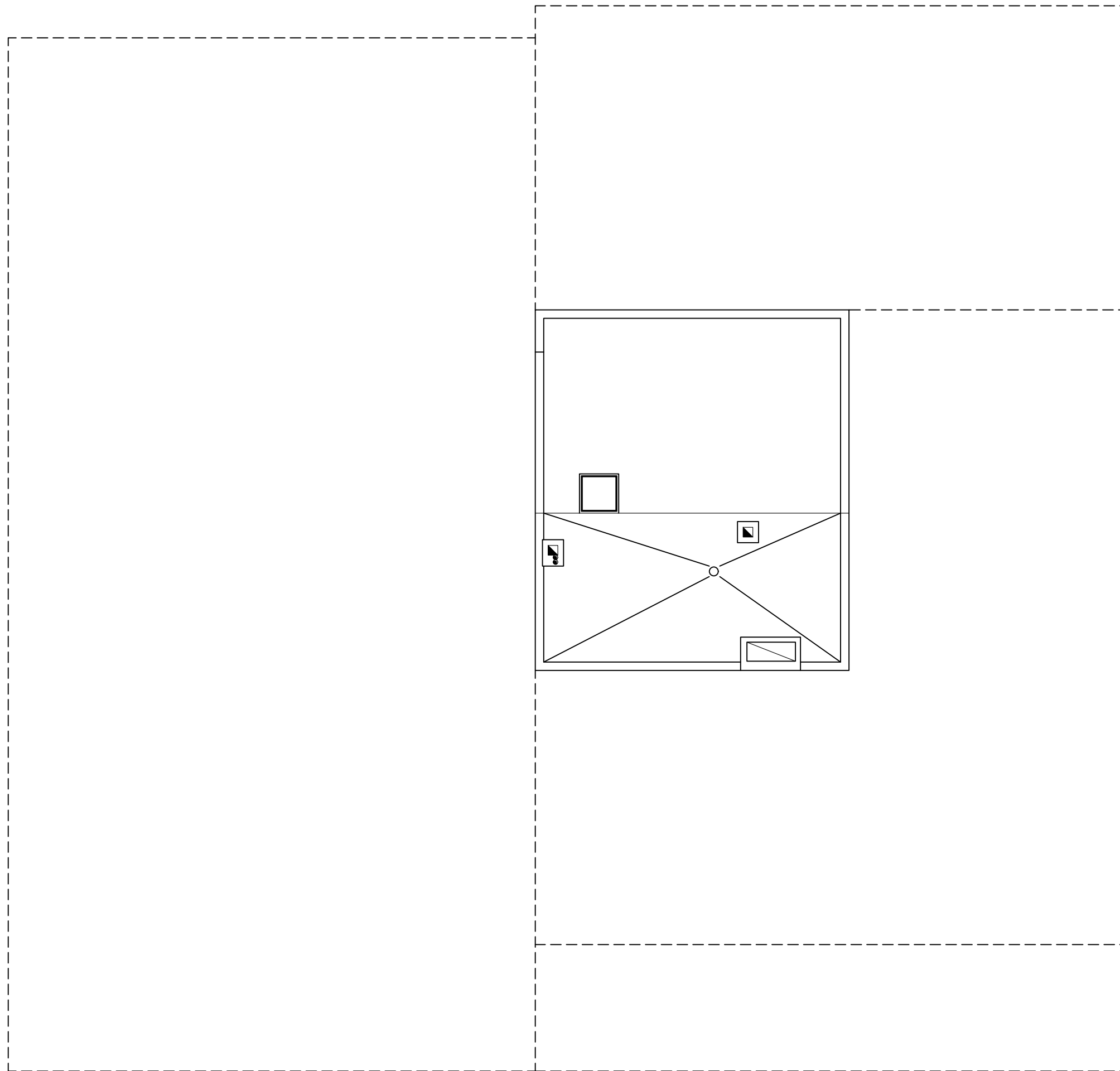
SANTA ENGRACIA 67-69
ESTADO ACTUAL



0 1 5

ESCALA 1/100
Torreon

SANTA ENGRACIA 67-69
ESTADO ACTUAL



0 1 5

ESCALA 1/100
Sobre Cubierta



II. ANEJO DE CALCULOS - CARGAS TÉRMICAS - HIPÓTESIS SIMPLE 0

Informe de cargas térmicas

1. REFRIGERACIÓN

1.1. Edificio

Resumen de las cargas de refrigeración de la zona: Edificio

	Externas					Internas		Ventilación			Totales			
	A (m²)	Conducción (W)	Solar (W)	Inf. lat. (W)	Inf. sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Caudal (l/s)	Lat. (W)	Sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Total (W/m²)	Total (W)
Carga máxima de refrigeración por recinto														
P1	434	7984	15646	0	0	2220	11725	575	-4391	1416	0	38609	89	38609
P2	434	4265	15489	0	0	2220	11687	575	-4391	1416	0	34499	79	34499
P3	434	4265	15489	0	0	2220	11687	575	-4391	1416	0	34499	79	34499
P4	434	4265	15489	0	0	2220	11687	575	-4391	1416	0	34499	79	34499
P5	434	4265	15489	0	0	2220	11687	575	-4391	1416	0	34499	79	34499
P6	434	4265	15489	0	0	2220	11687	575	-4391	1416	0	34499	79	34499
P7	434	4295	15605	0	0	2220	11716	575	-4391	1416	0	34683	80	34683
B1	177	2148	5623	0	0	6495	12462	1763	-12738	4662	0	26141	148	26141
B2	60	1412	3396	0	0	6495	10396	1763	-13460	4339	0	20520	345	20520
S1	219	9246	0	0	0	2220	7293	575	-4156	1521	0	18963	87	18963
P8	139	4921	6557	0	0	1185	4284	288	-2196	708	0	17294	124	17294
N COM -1	69	2374	0	0	0	617	1234	171	-1238	453	0	4265	62	4265
GARAJE	333	7685	0	0	0	2996	5808	832	-6015	2202	0	16480	50	16480
N COM -2	333	2459	0	0	0	2996	5785	832	-6015	2202	0	10968	33	10968
N COM -3	333	10773	0	0	0	2996	5785	832	-6015	2202	0	19698	59	19698
N COM PB	163	1597	3656	0	0	1468	2947	408	-2913	1093	0	9759	60	9759
N COM P1	51	208	1198	0	0	459	930	128	-984	305	0	2775	54	2775
N COM P2	51	184	1198	0	0	459	930	128	-984	305	0	2749	54	2749
N COM P4	51	184	1198	0	0	459	930	128	-984	305	0	2749	54	2749
N COM P3	51	184	1198	0	0	459	930	128	-984	305	0	2749	54	2749
N COM P5	51	184	1198	0	0	459	930	128	-984	305	0	2749	54	2749
N COM P6	51	184	1198	0	0	459	930	128	-984	305	0	2749	54	2749
N COM P7	51	185	1204	0	0	459	933	128	-984	305	0	2758	54	2758
N COM P8	42	350	1203	0	0	377	766	105	-807	250	0	2698	64	2698
SALA P8	35	2122	0	0	0	317	651	88	-637	233	0	3156	89	3156
N COM P9	50	442	0	0	0	450	935	125	-1036	268	0	1728	35	1728

Carga máxima simultánea de refrigeración para el conjunto de recintos: 21 de Julio a las 19h (17 hora solar aparente)

Edificio	5348.9		12699	0	414920	77.57	414920
----------	--------	--	-------	---	--------	-------	--------

Abreviaturas

A	Superficie
Conducción	Cargas debidas a las ganancias de calor por conducción
Solar	Cargas debidas a las ganancias de calor por radiación solar
Inf. lat.	Infiltración latente

Informe de cargas térmicas

Inf. sens.	Infiltración sensible
Lat.	Latente
Sens.	Sensible

2. CALEFACCIÓN

2.1. Edificio

Resumen de las cargas de calefacción de la zona: Edificio											
	Externas				Ventilación			Totales			
	A (m ²)	Conducción (W)	Inf. lat. (W)	Inf. sens. (W)	Caudal (l/s)	Lat. (W)	Sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Total (W/m ²)	Total (W)
Carga máxima de calefacción por recinto											
P1	434.2	20978	0	0	575	3919	3288	4115	25480	68.16	29594
P2	434.2	11418	0	0	575	3919	3288	4115	15441	45.04	19556
P3	434.2	11418	0	0	575	3919	3288	4115	15441	45.04	19556
P4	434.2	11418	0	0	575	3919	3288	4115	15441	45.04	19556
P5	434.2	11418	0	0	575	3919	3288	4115	15441	45.04	19556
P6	434.2	11418	0	0	575	3919	3288	4115	15441	45.04	19556
P7	434.2	11432	0	0	575	3919	3288	4115	15455	45.07	19570
B1	176.6	5380	0	0	1763	12012	10078	12612	16232	163.28	28844
B2	59.5	3413	0	0	1763	12012	10078	12612	14166	449.86	26778
S1	219.2	24566	0	0	575	3919	3288	4115	29247	152.19	33361
P8	139.5	13567	0	0	288	1959	1644	2057	15971	129.27	18029
N COM -1	68.5	5926	0	0	171	1168	980	1226	7251	123.69	8478
GARAJE	332.9	23524	0	0	832	5672	4759	5956	29697	107.09	35653
N COM -2	332.9	8963	0	0	832	5672	4759	5956	14408	61.17	20364
N COM -3	332.9	29976	0	0	832	5672	4759	5956	36472	127.44	42427
N COM PB	163.1	4444	0	0	408	2779	2332	2918	7115	61.51	10033
N COM P1	51.0	569	0	0	128	870	730	913	1364	44.61	2277
N COM P2	51.0	507	0	0	128	870	730	913	1299	43.33	2212
N COM P4	51.0	507	0	0	128	870	730	913	1299	43.33	2212
N COM P3	51.0	507	0	0	128	870	730	913	1299	43.33	2212
N COM P5	51.0	507	0	0	128	870	730	913	1299	43.33	2212
N COM P6	51.0	507	0	0	128	870	730	913	1299	43.33	2212
N COM P7	51.0	507	0	0	128	870	730	913	1299	43.33	2212
N COM P8	41.8	926	0	0	105	713	598	749	1600	56.13	2349
SALA P8	35.3	5262	0	0	88	601	504	631	6055	189.56	6686
N COM P9	50.0	1426	0	0	125	851	714	894	2248	62.87	3142
Carga máxima simultánea de calefacción para el conjunto de recintos											
Edificio	5348.9				12699			90877	307756	74.53	398633

Abreviaturas

A	Superficie
Conducción	Cargas debidas a las ganancias de calor por conducción
Inf. lat.	Infiltración latente
Inf. sens.	Infiltración sensible

ANEJO DE CALCULOS - CARGAS TÉRMICAS - HIPÓTESIS SIMPLE 1

Informe de cargas térmicas

1. REFRIGERACIÓN

1.1. Edificio

Resumen de las cargas de refrigeración de la zona: Edificio

	Externas					Internas		Ventilación			Totales			
	A (m²)	Conducción (W)	Solar (W)	Inf. lat. (W)	Inf. sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Caudal (l/s)	Lat. (W)	Sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Total (W/m²)	Total (W)
Carga máxima de refrigeración por recinto														
P1	434	6110	15497	0	0	2220	11699	575	-4391	1416	0	36457	84	36457
P2	434	2412	15348	0	0	2220	11666	575	-4391	1416	0	32384	75	32384
P3	434	2412	15348	0	0	2220	11666	575	-4391	1416	0	32384	75	32384
P4	434	2412	15348	0	0	2220	11666	575	-4391	1416	0	32384	75	32384
P5	434	2412	15348	0	0	2220	11666	575	-4391	1416	0	32384	75	32384
P6	434	2412	15348	0	0	2220	11666	575	-4391	1416	0	32384	75	32384
P7	434	2432	15457	0	0	2220	11691	575	-4391	1416	0	32545	75	32545
B1	177	1418	5573	0	0	6495	12419	1763	-12738	4662	0	25277	143	25277
B2	60	1096	3376	0	0	6495	10344	1763	-13460	4339	0	20113	338	20113
S1	219	9246	0	0	0	2220	7293	575	-4156	1521	0	18963	87	18963
P8	139	4148	6498	0	0	1185	4275	288	-2196	708	0	16410	118	16410
N COM -1	69	2374	0	0	0	617	1234	171	-1238	453	0	4265	62	4265
GARAJE	333	7685	0	0	0	2996	5808	832	-6015	2202	0	16480	50	16480
N COM -2	333	2459	0	0	0	2996	5785	832	-6015	2202	0	10968	33	10968
N COM -3	333	10773	0	0	0	2996	5785	832	-6015	2202	0	19698	59	19698
N COM PB	163	1061	3616	0	0	1468	2940	408	-2913	1093	0	9145	56	9145
N COM P1	51	99	1189	0	0	459	929	128	-984	305	0	2648	52	2648
N COM P2	51	75	1189	0	0	459	929	128	-984	305	0	2623	51	2623
N COM P4	51	75	1189	0	0	459	929	128	-984	305	0	2623	51	2623
N COM P3	51	75	1189	0	0	459	929	128	-984	305	0	2623	51	2623
N COM P5	51	75	1189	0	0	459	929	128	-984	305	0	2623	51	2623
N COM P6	51	75	1189	0	0	459	929	128	-984	305	0	2623	51	2623
N COM P7	51	75	1194	0	0	459	932	128	-984	305	0	2631	52	2631
N COM P8	42	240	1194	0	0	377	764	105	-807	250	0	2571	61	2571
SALA P8	35	2122	0	0	0	317	651	88	-637	233	0	3156	89	3156
N COM P9	50	442	0	0	0	450	935	125	-1036	268	0	1728	35	1728

Carga máxima simultánea de refrigeración para el conjunto de recintos: 21 de Julio a las 19h (17 hora solar aparente)

Edificio	5348.9		12699	0	396295	74.09	396295
----------	--------	--	-------	---	--------	-------	--------

Abreviaturas

A	Superficie
Conducción	Cargas debidas a las ganancias de calor por conducción
Solar	Cargas debidas a las ganancias de calor por radiación solar
Inf. lat.	Infiltración latente

Informe de cargas térmicas

Inf. sens.	Infiltración sensible
Lat.	Latente
Sens.	Sensible

2. CALEFACCIÓN

2.1. Edificio

Resumen de las cargas de calefacción de la zona: Edificio											
	Externas				Ventilación			Totales			
	A (m ²)	Conducción (W)	Inf. lat. (W)	Inf. sens. (W)	Caudal (l/s)	Lat. (W)	Sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Total (W/m ²)	Total (W)
Carga máxima de calefacción por recinto											
P1	434.2	16068	0	0	575	3919	3288	4115	20324	56.29	24439
P2	434.2	6508	0	0	575	3919	3288	4115	10285	33.17	14400
P3	434.2	6508	0	0	575	3919	3288	4115	10285	33.17	14400
P4	434.2	6508	0	0	575	3919	3288	4115	10285	33.17	14400
P5	434.2	6508	0	0	575	3919	3288	4115	10285	33.17	14400
P6	434.2	6508	0	0	575	3919	3288	4115	10285	33.17	14400
P7	434.2	6521	0	0	575	3919	3288	4115	10300	33.20	14414
B1	176.6	3580	0	0	1763	12012	10078	12612	14341	152.58	26954
B2	59.5	2607	0	0	1763	12012	10078	12612	13319	435.64	25932
S1	219.2	24566	0	0	575	3919	3288	4115	29247	152.19	33361
P8	139.5	11546	0	0	288	1959	1644	2057	13849	114.05	15907
N COM -1	68.5	5926	0	0	171	1168	980	1226	7251	123.69	8478
GARAJE	332.9	23524	0	0	832	5672	4759	5956	29697	107.09	35653
N COM -2	332.9	8963	0	0	832	5672	4759	5956	14408	61.17	20364
N COM -3	332.9	29976	0	0	832	5672	4759	5956	36472	127.44	42427
N COM PB	163.1	3122	0	0	408	2779	2332	2918	5727	53.00	8645
N COM P1	51.0	278	0	0	128	870	730	913	1058	38.63	1972
N COM P2	51.0	216	0	0	128	870	730	913	993	37.35	1906
N COM P4	51.0	216	0	0	128	870	730	913	993	37.35	1906
N COM P3	51.0	216	0	0	128	870	730	913	993	37.35	1906
N COM P5	51.0	216	0	0	128	870	730	913	993	37.35	1906
N COM P6	51.0	216	0	0	128	870	730	913	993	37.35	1906
N COM P7	51.0	216	0	0	128	870	730	913	993	37.35	1906
N COM P8	41.8	635	0	0	105	713	598	749	1295	48.83	2043
SALA P8	35.3	5262	0	0	88	601	504	631	6055	189.56	6686
N COM P9	50.0	1426	0	0	125	851	714	894	2248	62.87	3142
Carga máxima simultánea de calefacción para el conjunto de recintos											
Edificio	5348.9				12699			90877	262975	66.15	353852

Abreviaturas

A	Superficie
Conducción	Cargas debidas a las ganancias de calor por conducción
Inf. lat.	Infiltración latente
Inf. sens.	Infiltración sensible

ANEJO DE CALCULOS - CARGAS TÉRMICAS - HIPÓTESIS SIMPLE 5

Informe de cargas térmicas

1. REFRIGERACIÓN

1.1. Edificio

Resumen de las cargas de refrigeración de la zona: Edificio

	Externas					Internas		Ventilación			Totales			
	A (m²)	Conducción (W)	Solar (W)	Inf. lat. (W)	Inf. sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Caudal (l/s)	Lat. (W)	Sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Total (W/m²)	Total (W)
Carga máxima de refrigeración por recinto														
P1	434	7984	15646	0	0	2220	9774	575	-4391	1416	0	36560	84	36560
P2	434	4265	15489	0	0	2220	9750	575	-4391	1416	0	32465	75	32465
P3	434	4265	15489	0	0	2220	9750	575	-4391	1416	0	32465	75	32465
P4	434	4265	15489	0	0	2220	9750	575	-4391	1416	0	32465	75	32465
P5	434	4265	15489	0	0	2220	9750	575	-4391	1416	0	32465	75	32465
P6	434	4265	15489	0	0	2220	9750	575	-4391	1416	0	32465	75	32465
P7	434	4295	15605	0	0	2220	9769	575	-4391	1416	0	32638	75	32638
B1	177	2148	5623	0	0	6495	11662	1763	-12738	4662	0	25300	143	25300
B2	60	1412	3396	0	0	6495	10117	1763	-13460	4339	0	20227	340	20227
S1	219	9246	0	0	0	2220	6318	575	-4156	1521	0	17939	82	17939
P8	139	4921	6557	0	0	1185	3656	288	-2196	708	0	16634	119	16634
N COM -1	69	2374	0	0	0	617	924	171	-1238	453	0	3939	57	3939
GARAJE	333	7685	0	0	0	2996	4346	832	-6015	2202	0	14944	45	14944
N COM -2	333	2459	0	0	0	2996	4328	832	-6015	2202	0	9438	28	9438
N COM -3	333	10773	0	0	0	2996	4328	832	-6015	2202	0	18168	55	18168
N COM PB	163	1597	3656	0	0	1468	2205	408	-2913	1093	0	8980	55	8980
N COM P1	51	208	1198	0	0	459	696	128	-984	305	0	2529	50	2529
N COM P2	51	184	1198	0	0	459	696	128	-984	305	0	2503	49	2503
N COM P4	51	184	1198	0	0	459	696	128	-984	305	0	2503	49	2503
N COM P3	51	184	1198	0	0	459	696	128	-984	305	0	2503	49	2503
N COM P5	51	184	1198	0	0	459	696	128	-984	305	0	2503	49	2503
N COM P6	51	184	1198	0	0	459	696	128	-984	305	0	2503	49	2503
N COM P7	51	185	1204	0	0	459	699	128	-984	305	0	2512	49	2512
N COM P8	42	350	1203	0	0	377	573	105	-807	250	0	2496	60	2496
SALA P8	35	2122	0	0	0	317	487	88	-637	233	0	2985	85	2985
N COM P9	50	442	0	0	0	450	700	125	-1036	268	0	1481	30	1481

Carga máxima simultánea de refrigeración para el conjunto de recintos: 21 de Julio a las 19h (17 hora solar aparente)

Edificio	5348.9		12699	0	389736	72.86	389736
----------	--------	--	-------	---	--------	-------	--------

Abreviaturas

A	Superficie
Conducción	Cargas debidas a las ganancias de calor por conducción
Solar	Cargas debidas a las ganancias de calor por radiación solar
Inf. lat.	Infiltración latente

Informe de cargas térmicas

Inf. sens.	Infiltración sensible
Lat.	Latente
Sens.	Sensible

2. CALEFACCIÓN

2.1. Edificio

Resumen de las cargas de calefacción de la zona: Edificio											
	Externas				Ventilación			Totales			
	A (m ²)	Conducción (W)	Inf. lat. (W)	Inf. sens. (W)	Caudal (l/s)	Lat. (W)	Sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Total (W/m ²)	Total (W)
Carga máxima de calefacción por recinto											
P1	434.2	20978	0	0	575	3919	3288	4115	25480	68.16	29594
P2	434.2	11418	0	0	575	3919	3288	4115	15441	45.04	19556
P3	434.2	11418	0	0	575	3919	3288	4115	15441	45.04	19556
P4	434.2	11418	0	0	575	3919	3288	4115	15441	45.04	19556
P5	434.2	11418	0	0	575	3919	3288	4115	15441	45.04	19556
P6	434.2	11418	0	0	575	3919	3288	4115	15441	45.04	19556
P7	434.2	11432	0	0	575	3919	3288	4115	15455	45.07	19570
B1	176.6	5380	0	0	1763	12012	10078	12612	16232	163.28	28844
B2	59.5	3413	0	0	1763	12012	10078	12612	14166	449.86	26778
S1	219.2	24566	0	0	575	3919	3288	4115	29247	152.19	33361
P8	139.5	13567	0	0	288	1959	1644	2057	15971	129.27	18029
N COM -1	68.5	5926	0	0	171	1168	980	1226	7251	123.69	8478
GARAJE	332.9	23524	0	0	832	5672	4759	5956	29697	107.09	35653
N COM -2	332.9	8963	0	0	832	5672	4759	5956	14408	61.17	20364
N COM -3	332.9	29976	0	0	832	5672	4759	5956	36472	127.44	42427
N COM PB	163.1	4444	0	0	408	2779	2332	2918	7115	61.51	10033
N COM P1	51.0	569	0	0	128	870	730	913	1364	44.61	2277
N COM P2	51.0	507	0	0	128	870	730	913	1299	43.33	2212
N COM P4	51.0	507	0	0	128	870	730	913	1299	43.33	2212
N COM P3	51.0	507	0	0	128	870	730	913	1299	43.33	2212
N COM P5	51.0	507	0	0	128	870	730	913	1299	43.33	2212
N COM P6	51.0	507	0	0	128	870	730	913	1299	43.33	2212
N COM P7	51.0	507	0	0	128	870	730	913	1299	43.33	2212
N COM P8	41.8	926	0	0	105	713	598	749	1600	56.13	2349
SALA P8	35.3	5262	0	0	88	601	504	631	6055	189.56	6686
N COM P9	50.0	1426	0	0	125	851	714	894	2248	62.87	3142
Carga máxima simultánea de calefacción para el conjunto de recintos											
Edificio	5348.9				12699			90877	307756	74.53	398633

Abreviaturas

A	Superficie
Conducción	Cargas debidas a las ganancias de calor por conducción
Inf. lat.	Infiltración latente
Inf. sens.	Infiltración sensible

ANEJO DE CALCULOS - CARGAS TÉRMICAS - HIPÓTESIS COMBINADA 1

Informe de cargas térmicas

1. REFRIGERACIÓN

1.1. Edificio

Resumen de las cargas de refrigeración de la zona: Edificio

	Externas					Internas		Ventilación			Totales			
	A (m²)	Conducción (W)	Solar (W)	Inf. lat. (W)	Inf. sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Caudal (l/s)	Lat. (W)	Sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Total (W/m²)	Total (W)
Carga máxima de refrigeración por recinto														
P1	434	6110	15497	0	0	2220	9758	575	-4391	1416	0	34419	79	34419
P2	434	2412	15348	0	0	2220	9737	575	-4391	1416	0	30358	70	30358
P3	434	2412	15348	0	0	2220	9737	575	-4391	1416	0	30358	70	30358
P4	434	2412	15348	0	0	2220	9737	575	-4391	1416	0	30358	70	30358
P5	434	2412	15348	0	0	2220	9737	575	-4391	1416	0	30358	70	30358
P6	434	2412	15348	0	0	2220	9737	575	-4391	1416	0	30358	70	30358
P7	434	2432	15457	0	0	2220	9752	575	-4391	1416	0	30510	70	30510
B1	177	1418	5573	0	0	6495	11622	1763	-12738	4662	0	24440	138	24440
B2	60	1096	3376	0	0	6495	10067	1763	-13460	4339	0	19821	333	19821
S1	219	9246	0	0	0	2220	6318	575	-4156	1521	0	17939	82	17939
P8	139	4148	6498	0	0	1185	3649	288	-2196	708	0	15753	113	15753
N COM -1	69	2374	0	0	0	617	924	171	-1238	453	0	3939	57	3939
GARAJE	333	7685	0	0	0	2996	4346	832	-6015	2202	0	14944	45	14944
N COM -2	333	2459	0	0	0	2996	4328	832	-6015	2202	0	9438	28	9438
N COM -3	333	10773	0	0	0	2996	4328	832	-6015	2202	0	18168	55	18168
N COM PB	163	1061	3616	0	0	1468	2200	408	-2913	1093	0	8368	51	8368
N COM P1	51	99	1189	0	0	459	695	128	-984	305	0	2403	47	2403
N COM P2	51	75	1189	0	0	459	695	128	-984	305	0	2377	47	2377
N COM P4	51	75	1189	0	0	459	695	128	-984	305	0	2377	47	2377
N COM P3	51	75	1189	0	0	459	695	128	-984	305	0	2377	47	2377
N COM P5	51	75	1189	0	0	459	695	128	-984	305	0	2377	47	2377
N COM P6	51	75	1189	0	0	459	695	128	-984	305	0	2377	47	2377
N COM P7	51	75	1194	0	0	459	697	128	-984	305	0	2385	47	2385
N COM P8	42	240	1194	0	0	377	572	105	-807	250	0	2369	57	2369
SALA P8	35	2122	0	0	0	317	487	88	-637	233	0	2985	85	2985
N COM P9	50	442	0	0	0	450	700	125	-1036	268	0	1481	30	1481

Carga máxima simultánea de refrigeración para el conjunto de recintos: 21 de Julio a las 19h (17 hora solar aparente)

Edificio	5348.9		12699	0	371184	69.39	371184
----------	--------	--	-------	---	--------	-------	--------

Abreviaturas

A	Superficie
Conducción	Cargas debidas a las ganancias de calor por conducción
Solar	Cargas debidas a las ganancias de calor por radiación solar
Inf. lat.	Infiltración latente

Informe de cargas térmicas

Inf. sens.	Infiltración sensible
Lat.	Latente
Sens.	Sensible

2. CALEFACCIÓN

2.1. Edificio

Resumen de las cargas de calefacción de la zona: Edificio											
	Externas				Ventilación			Totales			
	A (m ²)	Conducción (W)	Inf. lat. (W)	Inf. sens. (W)	Caudal (l/s)	Lat. (W)	Sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Total (W/m ²)	Total (W)
Carga máxima de calefacción por recinto											
P1	434.2	16068	0	0	575	3919	3288	4115	20324	56.29	24439
P2	434.2	6508	0	0	575	3919	3288	4115	10285	33.17	14400
P3	434.2	6508	0	0	575	3919	3288	4115	10285	33.17	14400
P4	434.2	6508	0	0	575	3919	3288	4115	10285	33.17	14400
P5	434.2	6508	0	0	575	3919	3288	4115	10285	33.17	14400
P6	434.2	6508	0	0	575	3919	3288	4115	10285	33.17	14400
P7	434.2	6521	0	0	575	3919	3288	4115	10300	33.20	14414
B1	176.6	3580	0	0	1763	12012	10078	12612	14341	152.58	26954
B2	59.5	2607	0	0	1763	12012	10078	12612	13319	435.64	25932
S1	219.2	24566	0	0	575	3919	3288	4115	29247	152.19	33361
P8	139.5	11546	0	0	288	1959	1644	2057	13849	114.05	15907
N COM -1	68.5	5926	0	0	171	1168	980	1226	7251	123.69	8478
GARAJE	332.9	23524	0	0	832	5672	4759	5956	29697	107.09	35653
N COM -2	332.9	8963	0	0	832	5672	4759	5956	14408	61.17	20364
N COM -3	332.9	29976	0	0	832	5672	4759	5956	36472	127.44	42427
N COM PB	163.1	3122	0	0	408	2779	2332	2918	5727	53.00	8645
N COM P1	51.0	278	0	0	128	870	730	913	1058	38.63	1972
N COM P2	51.0	216	0	0	128	870	730	913	993	37.35	1906
N COM P4	51.0	216	0	0	128	870	730	913	993	37.35	1906
N COM P3	51.0	216	0	0	128	870	730	913	993	37.35	1906
N COM P5	51.0	216	0	0	128	870	730	913	993	37.35	1906
N COM P6	51.0	216	0	0	128	870	730	913	993	37.35	1906
N COM P7	51.0	216	0	0	128	870	730	913	993	37.35	1906
N COM P8	41.8	635	0	0	105	713	598	749	1295	48.83	2043
SALA P8	35.3	5262	0	0	88	601	504	631	6055	189.56	6686
N COM P9	50.0	1426	0	0	125	851	714	894	2248	62.87	3142
Carga máxima simultánea de calefacción para el conjunto de recintos											
Edificio	5348.9				12699			90877	262975	66.15	353852

Abreviaturas

A	Superficie
Conducción	Cargas debidas a las ganancias de calor por conducción
Inf. lat.	Infiltración latente
Inf. sens.	Infiltración sensible

ANEJO DE CALCULOS - EFICIENCIA ENERGÉTICA - HIPOTÉISIS SIMPLE 0

Calificación energética del edificio

Zona climática	D3	Uso	Otros usos
----------------	----	-----	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

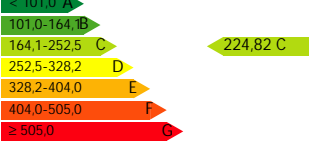
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES				
<div><div><div>< 19,3 A</div><div>19,3-31,4 B</div><div>31,4-48,4 C</div><div>48,4-62,9 D</div><div>62,9-77,4 E</div><div>77,4-96,7 F</div><div>≥ 96,7 G</div></div><div>40,48 C</div></div>		CALEFACCIÓN		ACS		
		Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	C	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]	G	
		12.43		0.14		
			REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
			Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	C	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	C
		8.9	19.02			
Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹						

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	28.50	152419.42
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	11.99	64116.77

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS		G
	Energía primaria calefacción [kWh/m²·año]	D	Energía primaria ACS [kWh/m²·año]	0.65	
	59.36				
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		D
	Energía primaria refrigeración [kWh/m²·año]	C	Energía primaria iluminación [kWh/m²·año]	112.25	
52.56					
Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m²·año] ¹					

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Consumo energético

1. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

1.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.

Se muestra el consumo anual de energía final, energía primaria y energía primaria no renovable correspondiente a los distintos servicios técnicos del edificio. Los consumos de los servicios de calefacción y refrigeración incluyen el consumo eléctrico de los equipos auxiliares de los sistemas de climatización.

EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	260816.68	48.76	322616.27	60.31	317497.33	59.36
Refrigeración	143873.44	26.90	340695.71	63.69	281129.86	52.56
ACS	2933.91	0.55	3508.91	0.66	3492.86	0.65
Iluminación	307281.70	57.45	727643.74	136.04	600429.78	112.25
	714905.72	133.65	1394453.94	260.70	1202544.48	224.82

donde:

- S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².
- EF: Energía final consumida por el servicio técnico en punto de consumo.
- EP_{tot}: Consumo de energía primaria total.
- EP_{nren}: Consumo de energía primaria de origen no renovable.

1.2. Resultados mensuales.

1.2.1. Consumo de energía final del edificio.

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)															
Demanda energética	Calefacción	65232.6	36932.8	23377.6	7079.3	1784.8	--	--	--	--	1107.1	28284.8	59650.7	223449.9	41.8
	Refrigeración	--	--	27.1	3465.6	22306.3	69512.4	105367.0	104754.9	68448.8	9176.7	--	--	383058.7	71.6
	ACS	235.9	213.0	226.8	210.7	208.6	188.7	181.4	186.0	188.7	213.2	219.5	235.9	2508.4	0.5
	TOTAL	65468.5	37145.8	23631.5	10755.6	24299.7	69701.1	105548.4	104940.9	68637.5	10497.1	28504.3	59886.6	609017.0	113.9
		602.9	395.9	304.1	291.4	643.5	1276.5	1528.1	1572.9	1238.1	549.5	362.7	560.4	9326.1	1.7
Electricidad	Refrigeración	602.9	395.9	314.1	1528.8	8252.2	25492.3	37941.1	38227.0	25973.1	4168.2	362.7	560.4	143818.8	26.9
	ACS	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Ventilación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Control de la humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Iluminación	26097.9	23572.3	26097.9	25256.1	26097.9	25256.1	26097.9	26097.9	25256.1	26097.9	25256.1	26097.9	307282.2	57.4
Electricidad (Sistema de sustitución)	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	54.8	--	--	--	--	--	54.8	0.0
	ACS	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	TOTAL	73832.3	41573.3	26125.5	7824.4	1933.7	--	--	--	--	1187.8	31557.3	67456.5	251490.7	47.0
		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Gas natural	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	ACS	275.9	249.2	265.3	246.4	244.0	220.8	212.2	217.5	220.8	249.3	256.7	275.9	2933.9	0.5
	TOTAL	101411.9	66186.7	53106.9	35147.1	37171.4	52245.6	65834.1	66115.3	52688.0	32252.9	57795.5	94951.1	714906.5	133.7

donde:

- S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².
- $C_{ef, total}$: Consumo total de energía en punto de consumo, kWh/m²·año.

1.2.2. Horas fuera de consigna

Se indica el número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios habitables acondicionados del edificio se sitúa, durante los periodos de ocupación, fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1°C para calefacción y 1°C para refrigeración. Se considera que el edificio se encuentra fuera de consigna cuando cualquiera de dichos espacios lo está.

Zonas acondicionadas		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
		(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)
Zona común	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Edificio	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	TOTAL	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Consumo energético

2. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.

2.1. Energía eléctrica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía eléctrica.

2.2. Energía térmica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía térmica a partir de fuentes totalmente renovables.

2.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.

Se indica la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio que procede de fuentes renovables no fósiles, como son la biomasa, la electricidad consumida que se produce en el edificio a partir de fuentes renovables y la energía térmica captada del medioambiente.

EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)
Electricidad autoconsumida de origen renovable	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa densificada (pellets)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m^2 .

3. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria, corresponde a la suma de la energía demandada de calefacción, refrigeración y ACS del edificio según las condiciones operacionales definidas.

3.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.

Se muestran los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m^2)	D_{cal} (kWh/año)	D_{cal} (kWh/ $\text{m}^2 \cdot \text{año}$)	D_{ref} (kWh/año)	D_{ref} (kWh/ $\text{m}^2 \cdot \text{año}$)
Zona común	5348.95	223449.89	41.77	383058.73	71.61
	5348.95	223449.89	41.77	383058.73	71.61

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m^2 .

D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/año.

D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/ $\text{m}^2 \cdot \text{año}$.

3.2. Demanda energética de ACS.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia definida en la zona, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado, de valores:

	Ene (°C)	Feb (°C)	Mar (°C)	Abr (°C)	May (°C)	Jun (°C)	Jul (°C)	Ago (°C)	Sep (°C)	Oct (°C)	Nov (°C)	Dic (°C)
Temperatura del agua de red	8.0	8.0	10.0	12.0	14.0	17.0	20.0	19.0	17.0	13.0	10.0	8.0

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias.

Consumo energético

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m ² ·año)
Zona común	120.0	60.0	5348.95	2508.37	0.47
	120.0		5348.95	2508.37	0.47

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref} : Temperatura de referencia, °C.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m²·año.

4. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

4.1. Definición de los espacios del edificio.

4.1.1. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.

	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	$SQ_{ocup,s}$ (kWh/año)	$SQ_{ocup,l}$ (kWh/año)	$SQ_{equip,s}$ (kWh/año)	$SQ_{equip,l}$ (kWh/año)	SQ_{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Zona común (Zona habitable acondicionada)										
B1	176.65	706.60	9.34	54038.25	34738.87	11605.89	11605.89	8510.98		
B2	59.53	238.10	27.71	54038.25	34738.87	3910.80	3910.80	2867.92		
GARAJE	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	25663.37		
N COM -1	68.54	274.17	2.34	3756.82	2415.10	--	--	5283.81		
N COM -2	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	25663.37		
N COM -3	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	25663.37		
N COM P1	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P2	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P3	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P4	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P5	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P6	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71	Personalizado	Otros usos 24 h
N COM P7	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P8	41.84	167.38	2.34	2293.52	1474.40	--	--	3225.74		
N COM P9	49.97	199.87	2.34	2738.74	1760.62	--	--	3851.93		
N COM PB	163.11	652.45	2.34	8940.21	5747.28	--	--	12574.04		
P1	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P2	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P3	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P4	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P5	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P6	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P7	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P8	139.47	557.88	3.86	17629.50	11333.25	9163.13	9163.13	6719.63		
S1	219.21	876.84	2.46	17629.50	11333.25	14402.06	14402.06	10561.51		
SALA P8	35.27	141.07	2.34	1933.04	1242.67	--	--	2718.74		
	5348.95	21395.78	2.27/1.33*	360727.91	231896.52	238766.06	238766.06	307282.41		

donde:

S: Superficie útil interior del recinto, m².

V: Volumen interior neto del recinto, m³.

ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.

*: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.

Consumo energético

- $Q_{\text{ocup},s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
 $Q_{\text{ocup},l}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
 $Q_{\text{equip},s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
 $Q_{\text{equip},l}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
 Q_{ilum} : Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

4.1.2. Condiciones operacionales

Distribución horaria																								
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Perfil: Otros usos 24 h (uso no residencial)																								
Temp. Consigna Alta (°C)																								
Laboral	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Sábado	--	--	--	--	--	--	25	25	25	25	25	25	25	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Temp. Consigna Baja (°C)																								
Laboral	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Sábado	--	--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20	20	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4.1.3. Carga interna media

Se muestran los resultados del cálculo de la carga interna media de las zonas habitables del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	C_{Fi} (W/m ²)
Zona común	5348.95	19.4
	5348.95	19.4

donde:

- S_u : Superficie habitable del edificio, m².
 C_{Fi} : Carga interna media, W/m². Carga media horaria de una semana tipo, repercutida por unidad de superficie del edificio o zona del edificio, teniendo en cuenta la carga sensible debida a la ocupación, la carga debida a la iluminación y la carga debida a los equipos (Anejo A, CTE DB HE).

4.2. Procedimiento de cálculo del consumo energético.

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía renovables y no renovables. Para ello, se ha empleado el documento reconocido CYPETHERM HE Plus. Mediante dicho programa, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo térmico zonal del edificio con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus™ versión 9.1, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico para mantener las condiciones operacionales definidas, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada y la energía final consumida, desglosando el consumo energético por equipo, servicio técnico y vector energético utilizado.

El cálculo de la energía primaria que corresponde a la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio, teniendo en cuenta la contribución de la energía producida in situ, se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

4.3. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

Vector energético	$f_{\text{cep},\text{nren}}$	$f_{\text{cep},\text{ren}}$
Gas natural	1.190	0.005
Electricidad obtenida de la red	1.954	0.414

donde:

- $f_{\text{cep},\text{nren}}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.
 $f_{\text{cep},\text{ren}}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables.

ANEJO DE CALCULOS - EFICIENCIA ENERGÉTICA - HIPOTÉISIS SIMPLE 1

Consumo energético

1. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

1.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.

Se muestra el consumo anual de energía final, energía primaria y energía primaria no renovable correspondiente a los distintos servicios técnicos del edificio. Los consumos de los servicios de calefacción y refrigeración incluyen el consumo eléctrico de los equipos auxiliares de los sistemas de climatización.

EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	305015.68	57.02	372623.56	69.66	368264.17	68.85
Refrigeración	98156.38	18.35	232433.06	43.45	191797.12	35.86
ACS	3425.71	0.64	4091.94	0.77	4075.90	0.76
Ventilación	23489.97	4.39	55623.68	10.40	45899.30	8.58
Iluminación	402269.29	75.21	952572.23	178.09	786032.83	146.95
	832357.02	155.61	1617344.48	302.37	1396069.32	261.00

donde:

- S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².
- EF: Energía final consumida por el servicio técnico en punto de consumo.
- EP_{tot}: Consumo de energía primaria total.
- EP_{nren}: Consumo de energía primaria de origen no renovable.

1.2. Resultados mensuales.

1.2.1. Consumo de energía final del edificio.

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)															
Demanda energética	Calefacción	68687.6	40365.9	27881.9	9751.2	3206.5	--	--	--	--	2229.4	34061.6	61594.8	247779.0	46.3
	Refrigeración	--	--	310.8	1720.5	13782.0	51713.6	78800.6	79225.4	51014.8	3970.1	--	--	280537.7	52.4
	ACS	271.6	245.3	262.5	245.2	244.4	223.3	217.1	221.7	223.3	248.9	254.0	271.6	2928.8	0.5
	TOTAL	68959.2	40611.2	28455.2	11716.9	17232.8	51936.9	79017.7	79447.0	51238.1	6448.3	34315.6	61866.4	531245.5	99.3
		536.6	416.2	386.4	285.3	430.1	815.9	1023.5	1052.7	820.0	243.5	429.1	488.5	6927.9	1.3
Electricidad	Refrigeración	536.6	416.2	480.1	760.1	4497.9	17494.1	26645.4	27124.7	17926.7	1357.1	429.1	488.5	98156.6	18.4
	ACS	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Ventilación	2070.0	1800.0	1980.0	1890.0	2070.0	1890.0	1980.0	2070.0	1800.0	2070.0	1980.0	1890.0	23490.0	4.4
	Control de la humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Iluminación	34191.3	30858.4	34160.2	33049.2	34191.3	33049.2	34160.2	34191.3	33018.0	34191.3	33080.3	34129.0	402269.6	75.2
Gas natural	Calefacción	82566.2	48559.4	33462.5	11992.0	4035.6	--	--	--	--	2827.2	40624.5	74020.7	298088.3	55.7
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	ACS	317.6	286.9	307.0	286.9	285.8	261.2	254.0	259.3	261.2	291.1	297.1	317.6	3425.7	0.6
	C _{ef,tot}	120218.4	82337.0	70776.3	48263.5	45510.7	53510.3	64063.0	64698.0	53825.8	40980.3	76840.3	111334.4	832358.0	155.6

donde:

- S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².
- C_{ef,tot}: Consumo total de energía en punto de consumo, kWh/m²·año.

1.2.2. Horas fuera de consigna

Se indica el número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios habitables acondicionados del edificio se sitúa, durante los periodos de ocupación, fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1°C para calefacción y 1°C para refrigeración. Se considera que el edificio se encuentra fuera de consigna cuando cualquiera de dichos espacios lo está.

Zonas acondicionadas		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
		(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)
Zona común	Calefacción	0.25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.25
	Refrigeración	--	--	--	--	--	2.25	7.75	6.25	3.50	--	--	--	19.75
Edificio	Calefacción	0.25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.25
	Refrigeración	--	--	--	--	--	2.25	7.75	6.25	3.50	--	--	--	19.75
	TOTAL	0.25	--	--	--	--	2.25	7.75	6.25	3.50	--	--	--	20.00

Consumo energético

2. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.

2.1. Energía eléctrica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía eléctrica.

2.2. Energía térmica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía térmica a partir de fuentes totalmente renovables.

2.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.

Se indica la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio que procede de fuentes renovables no fósiles, como son la biomasa, la electricidad consumida que se produce en el edificio a partir de fuentes renovables y la energía térmica captada del medioambiente.

EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)
Electricidad autoconsumida de origen renovable	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa densificada (pellets)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m^2 .

3. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria, corresponde a la suma de la energía demandada de calefacción, refrigeración y ACS del edificio según las condiciones operacionales definidas.

3.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.

Se muestran los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m^2)	D_{cal} (kWh/año)	D_{cal} (kWh/ $\text{m}^2 \cdot \text{año}$)	D_{ref} (kWh/año)	D_{ref} (kWh/ $\text{m}^2 \cdot \text{año}$)
Zona común	5348.95	247778.96	46.32	280537.72	52.45
	5348.95	247778.96	46.32	280537.72	52.45

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m^2 .

D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/año.

D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/ $\text{m}^2 \cdot \text{año}$.

3.2. Demanda energética de ACS.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia definida en la zona, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado, de valores:

	Ene (°C)	Feb (°C)	Mar (°C)	Abr (°C)	May (°C)	Jun (°C)	Jul (°C)	Ago (°C)	Sep (°C)	Oct (°C)	Nov (°C)	Dic (°C)
Temperatura del agua de red	8.0	8.0	10.0	12.0	14.0	17.0	20.0	19.0	17.0	13.0	10.0	8.0

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias.

Consumo energético

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m²)	D_{ACS} (kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m².año)
Zona común	120.0	60.0	5348.95	2928.85	0.55
	120.0		5348.95	2928.85	0.55

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref} : Temperatura de referencia, °C.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m².año.

4. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

4.1. Definición de los espacios del edificio.

4.1.1. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.

	S (m²)	V (m³)	ren _h (1/h)	$SQ_{ocup,s}$ (kWh/año)	$SQ_{ocup,l}$ (kWh/año)	$SQ_{equip,s}$ (kWh/año)	$SQ_{equip,l}$ (kWh/año)	SQ_{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Zona común (Zona habitable acondicionada)										
B1	176.65	706.60	8.98	38641.05	24840.67	--	--	6085.94		
B2	59.53	238.10	26.65	38641.05	24840.67	--	--	2050.76		
GARAJE	332.91	1331.64	4.00	--	--	--	--	25663.37		
N COM -1	68.54	274.17	4.00	--	--	--	--	5283.81		
N COM -2	332.91	1331.64	4.00	--	--	--	--	25663.37		
N COM -3	332.91	1331.64	4.00	--	--	--	--	25663.37		
N COM P1	51.04	204.17	10.14	12606.30	8104.05	--	--	3934.71		
N COM P2	51.04	204.17	10.14	12606.30	8104.05	--	--	3934.71		
N COM P3	51.04	204.17	10.14	12606.30	8104.05	--	--	3934.71		
N COM P4	51.04	204.17	4.00	6760.54	4507.03	--	--	3934.71		
N COM P5	51.04	204.17	4.00	6760.54	4507.03	--	--	3934.71		
N COM P6	51.04	204.17	4.00	6760.54	4507.03	--	--	3934.71	Personalizado	Otros usos 12 h
N COM P7	51.04	204.17	2.25	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P8	41.84	167.38	3.23	3288.60	2114.10	--	--	3225.74		
N COM P9	49.97	199.87	4.00	6618.32	4412.21	--	--	3851.93		
N COM PB	163.11	652.45	4.00	21604.48	14402.99	--	--	12574.04		
P1	434.19	1736.76	1.19	12606.30	8104.05	--	--	33470.87		
P2	434.19	1736.76	1.19	12606.30	8104.05	--	--	33470.87		
P3	434.19	1736.76	1.19	12606.30	8104.05	--	--	33470.87		
P4	434.19	1736.76	1.19	12606.30	8104.05	--	--	33470.87		
P5	434.19	1736.76	1.19	12606.30	8104.05	--	--	33470.87		
P6	434.19	1736.76	1.19	12606.30	8104.05	--	--	33470.87		
P7	434.19	1736.76	1.19	12606.30	8104.05	--	--	33470.87		
P8	139.47	557.88	0.97	3288.60	2114.10	--	--	10751.41		
S1	219.21	876.84	1.23	6577.20	4228.20	--	--	16898.42		
SALA P8	35.27	141.07	3.83	3288.60	2114.10	--	--	2718.74		
	5348.95	21395.78	2.78/1.36	271090.12	175427.09	--	--	402269.92		

donde:

S: Superficie útil interior del recinto, m².

V: Volumen interior neto del recinto, m³.

ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.

Consumo energético

- *: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.
- $Q_{ocup,s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- $Q_{ocup,l}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- $Q_{equip,s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
- $Q_{equip,l}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q_{lum} : Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

4.1.2. Condiciones operacionales

Distribución horaria																								
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Perfil: Otros usos 12 h (uso no residencial)																								
Temp. Consigna Alta (°C)																								
Laboral	--	--	--	--	--	--	25	25	25	25	25	25	25	25	--	--	25	25	25	25	--	--	--	--
Sábado	--	--	--	--	--	--	25	25	25	25	25	25	25	25	--	--	25	25	25	25	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Temp. Consigna Baja (°C)																								
Laboral	--	--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20	20	20	--	--	20	20	20	20	--	--	--	--
Sábado	--	--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20	20	20	--	--	20	20	20	20	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4.1.3. Carga interna media

Se muestran los resultados del cálculo de la carga interna media de las zonas habitables del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	C_{Fi} (W/m ²)
Zona común	5348.95	14.4
	5348.95	14.4

donde:

- S_u : Superficie habitable del edificio, m².
- C_{Fi} : Carga interna media, W/m². Carga media horaria de una semana tipo, repercutida por unidad de superficie del edificio o zona del edificio, teniendo en cuenta la carga sensible debida a la ocupación, la carga debida a la iluminación y la carga debida a los equipos (Anejo A, CTE DB HE).

4.2. Procedimiento de cálculo del consumo energético.

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía renovables y no renovables. Para ello, se ha empleado el documento reconocido CYPETHERM HE Plus. Mediante dicho programa, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo térmico zonal del edificio con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus™ versión 9.1, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico para mantener las condiciones operacionales definidas, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada y la energía final consumida, desglosando el consumo energético por equipo, servicio técnico y vector energético utilizado.

El cálculo de la energía primaria que corresponde a la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio, teniendo en cuenta la contribución de la energía producida in situ, se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

4.3. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

Vector energético	$f_{cep,nren}$	$f_{cep,ren}$
Gas natural	1.190	0.005
Electricidad obtenida de la red	1.954	0.414

donde:

- $f_{cep,nren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.
- $f_{cep,ren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables.

ANEJO DE CALCULOS - EFICIENCIA ENERGÉTICA - HIPOTÉISIS SIMPLE 2

Calificación energética del edificio

Zona climática	D3	Uso	Otros usos
----------------	----	-----	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES				
<div><div><div><div>A</div><div>19.4</div></div><div><div>B</div><div>19.4-31.4</div></div><div><div>C</div><div>31.4-48.4</div></div><div><div>D</div><div>48.4-62.9</div></div><div><div>E</div><div>62.9-77.4</div></div><div><div>F</div><div>77.4-96.8</div></div><div><div>G</div><div>≥ 96.8</div></div></div><div><div>32,46 C</div></div></div>	CALEFACCIÓN		ACS			
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]		A	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]	B	
	4.2			0.05		
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN			
	Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]		C	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	C
		9.19			19.02	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	32.46	173603.58
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	0.00	1.94

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<p>< 101.1 A 101.1-164.2 B 164.2-252.7 C 252.7-328.5 D 328.5-404.3 E 404.3-505.3 F ≥ 505.3 G</p> <p>191.60 C</p>	CALEFACCIÓN		ACS		
	Energía primaria calefacción [kWh/m²·año]	B	Energía primaria ACS [kWh/m²·año]	C	
	24.81		0.3		
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		
	Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m²·año] ¹	Energía primaria refrigeración [kWh/m²·año]	C	Energía primaria iluminación [kWh/m²·año]	D
54.24		112.25			

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Consumo energético

1. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

1.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.

Se muestra el consumo anual de energía final, energía primaria y energía primaria no renovable correspondiente a los distintos servicios técnicos del edificio. Los consumos de los servicios de calefacción y refrigeración incluyen el consumo eléctrico de los equipos auxiliares de los sistemas de climatización.

EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	223449.64	41.77	316363.36	59.15	132712.68	24.81
Refrigeración	148470.37	27.76	351575.46	65.73	290110.73	54.24
ACS	2508.36	0.47	3621.24	0.68	1588.64	0.30
Iluminación	307281.68	57.45	727643.74	136.04	600429.78	112.25
	681710.05	127.45	1399198.45	261.58	1024836.48	191.60

donde:

- S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².
- EF: Energía final consumida por el servicio técnico en punto de consumo.
- EP_{tot}: Consumo de energía primaria total.
- EP_{nren}: Consumo de energía primaria de origen no renovable.

1.2. Resultados mensuales.

1.2.1. Consumo de energía final del edificio.

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)															
Demanda energética	Calefacción	65232.6	36932.8	23377.6	7079.3	1784.8	--	--	--	--	1107.1	28284.8	59650.7	223449.9	41.8
	Refrigeración	--	--	27.1	3465.6	22306.3	69512.4	105367.0	104754.9	68448.8	9176.7	--	--	383058.7	71.6
	ACS	235.9	213.0	226.8	210.7	208.6	188.7	181.4	186.0	188.7	213.2	219.5	235.9	2508.4	0.5
	TOTAL	65468.5	37145.8	23631.5	10755.6	24299.7	69701.1	105548.4	104940.9	68637.5	10497.1	28504.3	59886.6	609017.0	113.9
Electricidad	Calefacción	19827.5	11225.8	7105.7	2151.8	542.5	--	--	--	--	336.5	8597.2	18130.9	67917.9	12.7
	Refrigeración	--	--	10.5	1343.2	8645.7	26942.5	40839.4	40602.2	26530.1	3556.8	--	--	148470.5	27.8
	ACS	76.3	68.9	73.4	68.2	67.5	61.1	58.7	60.2	61.1	69.0	71.0	76.3	811.8	0.2
	Ventilación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Control de la humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	Iluminación	26097.9	23572.3	26097.9	25256.1	26097.9	25256.1	26097.9	26097.9	25256.1	26097.9	25256.1	26097.9	307281.7	57.4
	Calefacción	45405.1	25707.0	16272.0	4927.5	1242.3	--	--	--	--	770.6	19687.6	41519.8	155532.0	29.1
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	ACS	159.5	144.1	153.4	142.5	141.1	127.7	122.7	125.8	127.7	144.2	148.4	159.5	1696.6	0.3
	C _{ef,tot}	91566.4	60718.2	49712.8	33889.3	36737.1	52387.3	67118.8	66886.1	51975.0	30975.1	53760.3	85984.5	681710.9	127.4

donde:

- S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².
- C_{ef,tot}: Consumo total de energía en punto de consumo, kWh/m²·año.

1.2.2. Horas fuera de consigna

Se indica el número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios habitables acondicionados del edificio se sitúa, durante los periodos de ocupación, fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1°C para calefacción y 1°C para refrigeración. Se considera que el edificio se encuentra fuera de consigna cuando cualquiera de dichos espacios lo está.

Zonas acondicionadas		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
		(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)
Zona común	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Edificio	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	TOTAL	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Consumo energético

2. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.

2.1. Energía eléctrica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía eléctrica.

2.2. Energía térmica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía térmica a partir de fuentes totalmente renovables.

2.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.

Se indica la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio que procede de fuentes renovables no fósiles, como son la biomasa, la electricidad consumida que se produce en el edificio a partir de fuentes renovables y la energía térmica captada del medioambiente.

EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año) (kWh/m ² ·año)
Electricidad autoconsumida de origen renovable	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	45564.6	25851.1	16425.4	5070.0	1383.5	127.7	122.7	125.8	127.7	914.8	19836.0	41679.3	157228.6 29.4
Biomasa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa densificada (pellets)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

3. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria, corresponde a la suma de la energía demandada de calefacción, refrigeración y ACS del edificio según las condiciones operacionales definidas.

3.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.

Se muestran los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	D_{cal} (kWh/año) (kWh/m ² ·año)	D_{ref} (kWh/año) (kWh/m ² ·año)
Zona común	5348.95	223449.89 41.77	383058.73 71.61
	5348.95	223449.89 41.77	383058.73 71.61

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/año.

D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/m²·año.

3.2. Demanda energética de ACS.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia definida en la zona, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado, de valores:

	Ene (°C)	Feb (°C)	Mar (°C)	Abr (°C)	May (°C)	Jun (°C)	Jul (°C)	Ago (°C)	Sep (°C)	Oct (°C)	Nov (°C)	Dic (°C)
Temperatura del agua de red	8.0	8.0	10.0	12.0	14.0	17.0	20.0	19.0	17.0	13.0	10.0	8.0

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias.

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año) (kWh/m ² ·año)
Zona común	120.0	60.0	5348.95	2508.37 0.47

Consumo energético

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m²)	D_{ACS} (kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m².año)
	120.0		5348.95	2508.37	0.47

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref} : Temperatura de referencia, °C.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m².año.

4. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

4.1. Definición de los espacios del edificio.

4.1.1. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.

	S (m²)	V (m³)	ren _h (1/h)	$SO_{ocup,s}$ (kWh/año)	$SO_{ocup,l}$ (kWh/año)	$SO_{equip,s}$ (kWh/año)	$SO_{equip,l}$ (kWh/año)	SO_{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Zona común (Zona habitable acondicionada)										
B1	176.65	706.60	9.34	54038.25	34738.87	11605.89	11605.89	8510.98		
B2	59.53	238.10	27.71	54038.25	34738.87	3910.80	3910.80	2867.92		
GARAJE	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	25663.37		
N COM -1	68.54	274.17	2.34	3756.82	2415.10	--	--	5283.81		
N COM -2	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	25663.37		
N COM -3	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	25663.37		
N COM P1	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P2	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P3	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P4	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P5	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P6	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71	Personalizado	Otros usos 24 h
N COM P7	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P8	41.84	167.38	2.34	2293.52	1474.40	--	--	3225.74		
N COM P9	49.97	199.87	2.34	2738.74	1760.62	--	--	3851.93		
N COM PB	163.11	652.45	2.34	8940.21	5747.28	--	--	12574.04		
P1	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P2	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P3	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P4	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P5	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P6	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P7	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P8	139.47	557.88	3.86	17629.50	11333.25	9163.13	9163.13	6719.63		
S1	219.21	876.84	2.46	17629.50	11333.25	14402.06	14402.06	10561.51		
SALA P8	35.27	141.07	2.34	1933.04	1242.67	--	--	2718.74		
	5348.95	21395.78	2.27/1.33*	360727.91	231896.52	238766.06	238766.06	307282.41		

donde:

S: Superficie útil interior del recinto, m².

V: Volumen interior neto del recinto, m³.

ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.

*: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.

$Q_{ocup,s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

Consumo energético

- $Q_{ocup,i}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
 $Q_{equip,s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
 $Q_{equip,i}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
 Q_{ilum} : Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

4.1.2. Condiciones operacionales

Distribución horaria																								
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Perfil: Otros usos 24 h (uso no residencial)																								
Temp. Consigna Alta (°C)																								
Laboral	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Sábado	--	--	--	--	--	--	25	25	25	25	25	25	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Temp. Consigna Baja (°C)																								
Laboral	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Sábado	--	--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4.1.3. Carga interna media

Se muestran los resultados del cálculo de la carga interna media de las zonas habitables del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	C_{FI} (W/m ²)
Zona común	5348.95	19.4
	5348.95	19.4

donde:

- S_u : Superficie habitable del edificio, m².
 C_{FI} : Carga interna media, W/m². Carga media horaria de una semana tipo, repercutida por unidad de superficie del edificio o zona del edificio, teniendo en cuenta la carga sensible debida a la ocupación, la carga debida a la iluminación y la carga debida a los equipos (Anejo A, CTE DB HE).

4.2. Procedimiento de cálculo del consumo energético.

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía renovables y no renovables. Para ello, se ha empleado el documento reconocido CYPETHERM HE Plus. Mediante dicho programa, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo térmico zonal del edificio con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus™ versión 9.1, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico para mantener las condiciones operacionales definidas, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada y la energía final consumida, desglosando el consumo energético por equipo, servicio técnico y vector energético utilizado.

El cálculo de la energía primaria que corresponde a la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio, teniendo en cuenta la contribución de la energía producida in situ, se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

4.3. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

Vector energético	$f_{cep,nren}$	$f_{cep,ren}$
Medioambiente	0	1.000
Electricidad obtenida de la red	1.954	0.414

donde:

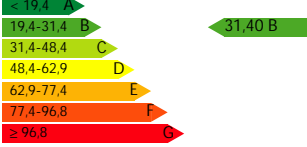
- $f_{cep,nren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.
 $f_{cep,ren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables.

ANEJO DE CALCULOS - EFICIENCIA ENERGÉTICA - HIPOTÉISIS SIMPLE 3

Calificación energética del edificio

Zona climática	D3	Uso	Otros usos
----------------	----	-----	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]	B
	4.02		0.05	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	B	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	C
	8.32		19.02	
Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹				

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	31.40	167967.61
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	0.00	0.00

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES		
<p>< 101.1 A 101.1-164.2 B 164.2-252.7 C 252.7-328.5 D 328.5-404.3 E 404.3-505.3 F ≥ 505.3 G</p> <p>185.38 C</p>	CALEFACCIÓN		ACS	
	Energía primaria calefacción [kWh/m²·año]	B	Energía primaria ACS [kWh/m²·año]	C
	23.73		0.3	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m²·año] ¹	Energía primaria refrigeración [kWh/m²·año]	B	Energía primaria iluminación [kWh/m²·año]	D
49.1		112.25		

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Consumo energético

1. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

1.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.

Se muestra el consumo anual de energía final, energía primaria y energía primaria no renovable correspondiente a los distintos servicios técnicos del edificio. Los consumos de los servicios de calefacción y refrigeración incluyen el consumo eléctrico de los equipos auxiliares de los sistemas de climatización.

EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{ren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	223449.72	41.77	312308.86	58.39	126925.12	23.73
Refrigeración	134404.70	25.13	318272.93	59.50	262627.85	49.10
ACS	2508.36	0.47	3621.24	0.68	1588.64	0.30
Iluminación	307281.70	57.45	727643.74	136.04	600429.78	112.25
	667644.48	124.82	1361841.42	254.60	991566.04	185.38

donde:

- S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².
- EF: Energía final consumida por el servicio técnico en punto de consumo.
- EP_{tot}: Consumo de energía primaria total.
- EP_{ren}: Consumo de energía primaria de origen no renovable.

1.2. Resultados mensuales.

1.2.1. Consumo de energía final del edificio.

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)															
Demanda energética	Calefacción	65232.6	36932.8	23377.6	7079.3	1784.8	--	--	--	--	1107.1	28284.8	59650.7	223449.9	41.8
	Refrigeración	--	--	27.1	3465.6	22306.3	69512.4	105367.0	104754.9	68448.8	9176.7	--	--	383058.7	71.6
	ACS	235.9	213.0	226.8	210.7	208.6	188.7	181.4	186.0	188.7	213.2	219.5	235.9	2508.4	0.5
	TOTAL	65468.5	37145.8	23631.5	10755.6	24299.7	69701.1	105548.4	104940.9	68637.5	10497.1	28504.3	59886.6	609017.0	113.9
Electricidad	Calefacción	18963.0	10736.3	6795.8	2057.9	518.8	--	--	--	--	321.8	8222.3	17340.3	64956.4	12.1
	Refrigeración	--	--	9.5	1216.0	7826.6	24390.0	36970.4	36755.7	24016.8	3219.8	--	--	134404.9	25.1
	ACS	76.3	68.9	73.4	68.2	67.5	61.1	58.7	60.2	61.1	69.0	71.0	76.3	811.8	0.2
	Ventilación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Control de la humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	Iluminación	26097.9	23572.3	26097.9	25256.1	26097.9	25256.1	26097.9	26097.9	25256.1	26097.9	25256.1	26097.9	307282.2	57.4
	Calefacción	46269.7	26196.5	16581.8	5021.4	1266.0	--	--	--	--	785.3	20062.5	42310.4	158493.5	29.6
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	ACS	159.5	144.1	153.4	142.5	141.1	127.7	122.7	125.8	127.7	144.2	148.4	159.5	1696.6	0.3
	C _{ef,tot}	91566.4	60718.2	49711.8	33762.0	35918.1	49834.8	63249.8	63039.6	49461.6	30638.1	53760.3	85984.5	667645.3	124.8

donde:

- S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².
- C_{ef,tot}: Consumo total de energía en punto de consumo, kWh/m²·año.

1.2.2. Horas fuera de consigna

Se indica el número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios habitables acondicionados del edificio se sitúa, durante los periodos de ocupación, fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1°C para calefacción y 1°C para refrigeración. Se considera que el edificio se encuentra fuera de consigna cuando cualquiera de dichos espacios lo está.

Zonas acondicionadas		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
		(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)
Zona común	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Edificio	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	TOTAL	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Consumo energético

2. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.

2.1. Energía eléctrica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía eléctrica.

2.2. Energía térmica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía térmica a partir de fuentes totalmente renovables.

2.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.

Se indica la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio que procede de fuentes renovables no fósiles, como son la biomasa, la electricidad consumida que se produce en el edificio a partir de fuentes renovables y la energía térmica captada del medioambiente.

EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año) (kWh/m ² ·año)
Electricidad autoconsumida de origen renovable	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	46429.2	26340.6	16735.2	5163.9	1407.1	127.7	122.7	125.8	127.7	929.5	20210.9	42469.9	160190.2 29.9
Biomasa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa densificada (pellets)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

3. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria, corresponde a la suma de la energía demandada de calefacción, refrigeración y ACS del edificio según las condiciones operacionales definidas.

3.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.

Se muestran los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	D_{cal} (kWh/año) (kWh/m ² ·año)	D_{ref} (kWh/año) (kWh/m ² ·año)
Zona común	5348.95	223449.89 41.77	383058.73 71.61
	5348.95	223449.89 41.77	383058.73 71.61

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/año.

D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/m²·año.

3.2. Demanda energética de ACS.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia definida en la zona, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado, de valores:

	Ene (°C)	Feb (°C)	Mar (°C)	Abr (°C)	May (°C)	Jun (°C)	Jul (°C)	Ago (°C)	Sep (°C)	Oct (°C)	Nov (°C)	Dic (°C)
Temperatura del agua de red	8.0	8.0	10.0	12.0	14.0	17.0	20.0	19.0	17.0	13.0	10.0	8.0

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias.

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año) (kWh/m ² ·año)
Zona común	120.0	60.0	5348.95	2508.37 0.47

Consumo energético

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m ² ·año)
	120.0		5348.95	2508.37	0.47

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref} : Temperatura de referencia, °C.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m²·año.

4. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

4.1. Definición de los espacios del edificio.

4.1.1. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.

	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	$Q_{ocup,s}$ (kWh/año)	$Q_{ocup,l}$ (kWh/año)	$Q_{equip,s}$ (kWh/año)	$Q_{equip,l}$ (kWh/año)	Q_{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Zona común (Zona habitable acondicionada)										
B1	176.65	706.60	9.34	54038.25	34738.87	11605.89	11605.89	8510.98		
B2	59.53	238.10	27.71	54038.25	34738.87	3910.80	3910.80	2867.92		
GARAJE	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	25663.37		
N COM -1	68.54	274.17	2.34	3756.82	2415.10	--	--	5283.81		
N COM -2	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	25663.37		
N COM -3	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	25663.37		
N COM P1	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P2	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P3	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P4	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P5	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P6	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71	Personalizado	Otros usos 24 h
N COM P7	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P8	41.84	167.38	2.34	2293.52	1474.40	--	--	3225.74		
N COM P9	49.97	199.87	2.34	2738.74	1760.62	--	--	3851.93		
N COM PB	163.11	652.45	2.34	8940.21	5747.28	--	--	12574.04		
P1	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P2	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P3	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P4	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P5	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P6	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P7	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P8	139.47	557.88	3.86	17629.50	11333.25	9163.13	9163.13	6719.63		
S1	219.21	876.84	2.46	17629.50	11333.25	14402.06	14402.06	10561.51		
SALA P8	35.27	141.07	2.34	1933.04	1242.67	--	--	2718.74		
	5348.95	21395.78	2.27/1.33	360727.91	231896.52	238766.06	238766.06	307282.41		

donde:

S: Superficie útil interior del recinto, m².

V: Volumen interior neto del recinto, m³.

ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.

*: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.

$Q_{ocup,s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

Consumo energético

- $Q_{ocup,i}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
 $Q_{equip,s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
 $Q_{equip,i}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
 Q_{ilum} : Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

4.1.2. Condiciones operacionales

Distribución horaria																								
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Perfil: Otros usos 24 h (uso no residencial)																								
Temp. Consigna Alta (°C)																								
Laboral	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Sábado	--	--	--	--	--	--	25	25	25	25	25	25	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Temp. Consigna Baja (°C)																								
Laboral	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Sábado	--	--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4.1.3. Carga interna media

Se muestran los resultados del cálculo de la carga interna media de las zonas habitables del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	C_{FI} (W/m ²)
Zona común	5348.95	19.4
	5348.95	19.4

donde:

- S_u : Superficie habitable del edificio, m².
 C_{FI} : Carga interna media, W/m². Carga media horaria de una semana tipo, repercutida por unidad de superficie del edificio o zona del edificio, teniendo en cuenta la carga sensible debida a la ocupación, la carga debida a la iluminación y la carga debida a los equipos (Anejo A, CTE DB HE).

4.2. Procedimiento de cálculo del consumo energético.

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía renovables y no renovables. Para ello, se ha empleado el documento reconocido CYPETHERM HE Plus. Mediante dicho programa, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo térmico zonal del edificio con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus™ versión 9.1, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico para mantener las condiciones operacionales definidas, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada y la energía final consumida, desglosando el consumo energético por equipo, servicio técnico y vector energético utilizado.

El cálculo de la energía primaria que corresponde a la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio, teniendo en cuenta la contribución de la energía producida in situ, se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

4.3. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

Vector energético	$f_{cep,nren}$	$f_{cep,ren}$
Medioambiente	0	1.000
Electricidad obtenida de la red	1.954	0.414

donde:

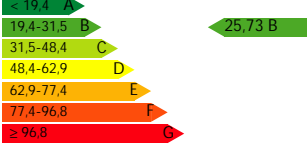
- $f_{cep,nren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.
 $f_{cep,ren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables.

ANEJO DE CALCULOS - EFICIENCIA ENERGÉTICA - HIPOTÉISIS SIMPLE 4

Calificación energética del edificio

Zona climática	D3	Uso	Otros usos
----------------	----	-----	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

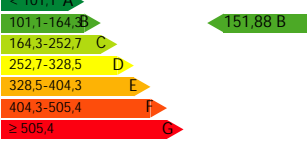
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]	C
	2.34		0.06	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	C
	4.31		19.02	
Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹				

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	25.73	137613.55
Emisiones CO2 por otros combustibles	0.00	0.00

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Energía primaria calefacción [kWh/m²·año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m²·año]	C
	13.84		0.35	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m²·año] ¹	Energía primaria refrigeración [kWh/m²·año]	A	Energía primaria iluminación [kWh/m²·año]	D
25.44		112.25		

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Consumo energético

1. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

1.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.

Se muestra el consumo anual de energía final, energía primaria y energía primaria no renovable correspondiente a los distintos servicios técnicos del edificio. Los consumos de los servicios de calefacción y refrigeración incluyen el consumo eléctrico de los equipos auxiliares de los sistemas de climatización.

EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{ren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	223449.77	41.77	275256.71	51.46	74002.66	13.84
Refrigeración	69646.13	13.02	164924.02	30.83	136087.86	25.44
ACS	2830.33	0.53	4129.39	0.77	1856.08	0.35
Iluminación	307281.70	57.45	727643.74	136.04	600429.78	112.25
	603207.94	112.77	1171953.87	219.10	812376.38	151.88

donde:

- S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².
- EF: Energía final consumida por el servicio técnico en punto de consumo.
- EP_{tot}: Consumo de energía primaria total.
- EP_{ren}: Consumo de energía primaria de origen no renovable.

1.2. Resultados mensuales.

1.2.1. Consumo de energía final del edificio.

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)															
Demanda energética	Calefacción	65232.6	36932.8	23377.6	7079.3	1784.8	--	--	--	--	1107.1	28284.8	59650.7	223449.9	41.8
	Refrigeración	--	--	27.1	3465.6	22306.3	69512.4	105367.0	104754.9	68448.8	9176.7	--	--	383058.7	71.6
	ACS	263.2	237.7	254.1	237.1	236.0	215.2	208.8	213.3	215.2	240.5	245.9	263.2	2830.3	0.5
	TOTAL	65495.8	37170.5	23658.8	10782.0	24327.1	69727.6	105575.7	104968.2	68664.0	10524.4	28530.7	59913.9	609338.9	113.9
Electricidad	Calefacción	11056.4	6259.8	3962.3	1199.9	302.5	--	--	--	--	187.7	4794.0	10110.3	37872.9	7.1
	Refrigeración	--	--	4.9	630.1	4055.6	12638.5	19157.4	19046.1	12445.0	1668.5	--	--	69646.2	13.0
	ACS	88.3	79.8	85.3	79.6	79.2	72.2	70.1	71.6	72.2	80.7	82.5	88.3	949.8	0.2
	Ventilación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Control de la humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	Iluminación	26097.9	23572.3	26097.9	25256.1	26097.9	25256.1	26097.9	26097.9	25256.1	26097.9	25256.1	26097.9	307282.2	57.4
	Calefacción	54176.2	30673.0	19415.3	5879.4	1482.3	--	--	--	--	919.5	23490.8	49540.5	185577.0	34.7
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	ACS	174.9	158.0	168.8	157.6	156.8	143.0	138.7	141.7	143.0	159.8	163.4	174.9	1880.5	0.4
	C _{ef,tot}	91593.8	60742.9	49734.6	33202.6	32174.4	38109.7	45464.1	45357.4	37916.3	29114.1	53786.8	86011.9	603208.5	112.8

donde:

- S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².
- $C_{ef,tot}$: Consumo total de energía en punto de consumo, kWh/m²·año.

1.2.2. Horas fuera de consigna

Se indica el número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios habitables acondicionados del edificio se sitúa, durante los periodos de ocupación, fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1°C para calefacción y 1°C para refrigeración. Se considera que el edificio se encuentra fuera de consigna cuando cualquiera de dichos espacios lo está.

Zonas acondicionadas		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
		(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)
Zona común	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Edificio	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	TOTAL	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Consumo energético

2. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.

2.1. Energía eléctrica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía eléctrica.

2.2. Energía térmica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía térmica a partir de fuentes totalmente renovables.

2.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.

Se indica la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio que procede de fuentes renovables no fósiles, como son la biomasa, la electricidad consumida que se produce en el edificio a partir de fuentes renovables y la energía térmica captada del medioambiente.

EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Electricidad autoconsumida de origen renovable	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	54351.2	30831.0	19584.2	6037.0	1639.1	143.0	138.7	141.7	143.0	1079.3	23654.2	49715.4	187457.7	35.0
Biomasa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa densificada (pellets)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

3. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria, corresponde a la suma de la energía demandada de calefacción, refrigeración y ACS del edificio según las condiciones operacionales definidas.

3.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.

Se muestran los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	D_{cal} (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	D_{ref} (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Zona común	5348.95	223449.89	41.77	383058.73	71.61
	5348.95	223449.89	41.77	383058.73	71.61

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/año.

D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/m²·año.

3.2. Demanda energética de ACS.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia definida en la zona, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado, de valores:

	Ene (°C)	Feb (°C)	Mar (°C)	Abr (°C)	May (°C)	Jun (°C)	Jul (°C)	Ago (°C)	Sep (°C)	Oct (°C)	Nov (°C)	Dic (°C)
Temperatura del agua de red	8.0	8.0	10.0	12.0	14.0	17.0	20.0	19.0	17.0	13.0	10.0	8.0

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias.

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Zona común	120.0	60.0	5348.95	2830.30	0.53

Consumo energético

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m ² ·año)
	120.0		5348.95	2830.30	0.53

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref} : Temperatura de referencia, °C.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m²·año.

4. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

4.1. Definición de los espacios del edificio.

4.1.1. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.

	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	$SO_{ocup,s}$ (kWh/año)	$SO_{ocup,l}$ (kWh/año)	$SO_{equip,s}$ (kWh/año)	$SO_{equip,l}$ (kWh/año)	SO_{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Zona común (Zona habitable acondicionada)										
B1	176.65	706.60	9.34	54038.25	34738.87	11605.89	11605.89	8510.98		
B2	59.53	238.10	27.71	54038.25	34738.87	3910.80	3910.80	2867.92		
GARAJE	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	25663.37		
N COM -1	68.54	274.17	2.34	3756.82	2415.10	--	--	5283.81		
N COM -2	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	25663.37		
N COM -3	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	25663.37		
N COM P1	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P2	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P3	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P4	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P5	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P6	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71	Personalizado	Otros usos 24 h
N COM P7	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P8	41.84	167.38	2.34	2293.52	1474.40	--	--	3225.74		
N COM P9	49.97	199.87	2.34	2738.74	1760.62	--	--	3851.93		
N COM PB	163.11	652.45	2.34	8940.21	5747.28	--	--	12574.04		
P1	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P2	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P3	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P4	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P5	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P6	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P7	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P8	139.47	557.88	3.86	17629.50	11333.25	9163.13	9163.13	6719.63		
S1	219.21	876.84	2.46	17629.50	11333.25	14402.06	14402.06	10561.51		
SALA P8	35.27	141.07	2.34	1933.04	1242.67	--	--	2718.74		
	5348.95	21395.78	2.27/1.33*	360727.91	231896.52	238766.06	238766.06	307282.41		

donde:

S: Superficie útil interior del recinto, m².

V: Volumen interior neto del recinto, m³.

ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.

*: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.

$Q_{ocup,s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

Consumo energético

- $Q_{ocup,i}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
 $Q_{equip,s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
 $Q_{equip,i}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
 Q_{ilum} : Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

4.1.2. Condiciones operacionales

Distribución horaria																								
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Perfil: Otros usos 24 h (uso no residencial)																								
Temp. Consigna Alta (°C)																								
Laboral	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Sábado	--	--	--	--	--	--	25	25	25	25	25	25	25	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Temp. Consigna Baja (°C)																								
Laboral	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Sábado	--	--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20	20	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4.1.3. Carga interna media

Se muestran los resultados del cálculo de la carga interna media de las zonas habitables del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	C_{FI} (W/m ²)
Zona común	5348.95	19.4
	5348.95	19.4

donde:

- S_u : Superficie habitable del edificio, m².
 C_{FI} : Carga interna media, W/m². Carga media horaria de una semana tipo, repercutida por unidad de superficie del edificio o zona del edificio, teniendo en cuenta la carga sensible debida a la ocupación, la carga debida a la iluminación y la carga debida a los equipos (Anejo A, CTE DB HE).

4.2. Procedimiento de cálculo del consumo energético.

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía renovables y no renovables. Para ello, se ha empleado el documento reconocido CYPETHERM HE Plus. Mediante dicho programa, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo térmico zonal del edificio con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus™ versión 9.1, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico para mantener las condiciones operacionales definidas, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada y la energía final consumida, desglosando el consumo energético por equipo, servicio técnico y vector energético utilizado.

El cálculo de la energía primaria que corresponde a la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio, teniendo en cuenta la contribución de la energía producida in situ, se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

4.3. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

Vector energético	$f_{cep,nren}$	$f_{cep,ren}$
Medioambiente	0	1.000
Electricidad obtenida de la red	1.954	0.414

donde:

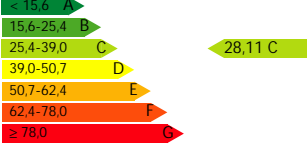
- $f_{cep,nren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.
 $f_{cep,ren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables.

ANEJO DE CALCULOS - EFICIENCIA ENERGÉTICA - HIPOTÉISIS SIMPLE 5

Calificación energética del edificio

Zona climática	D3	Uso	Otros usos
----------------	----	-----	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

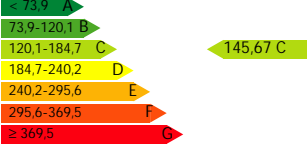
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS		
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	C	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]	G	
	17.6		0.14		
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		
	Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	C	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	B
		7.13		3.24	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	10.94	58492.85
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	17.18	91876.83

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m²·año] ¹	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria calefacción [kWh/m²·año]	D	Energía primaria ACS [kWh/m²·año]	G
		83.77		0.65	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Energía primaria refrigeración [kWh/m²·año]	C	Energía primaria iluminación [kWh/m²·año]	B
42.11	19.13				

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Consumo energético

1. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

1.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.

Se muestra el consumo anual de energía final, energía primaria y energía primaria no renovable correspondiente a los distintos servicios técnicos del edificio. Los consumos de los servicios de calefacción y refrigeración incluyen el consumo eléctrico de los equipos auxiliares de los sistemas de climatización.

EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	370704.09	69.30	453617.29	84.81	448059.73	83.77
Refrigeración	115279.53	21.55	272978.06	51.03	225254.78	42.11
ACS	2933.91	0.55	3508.91	0.66	3492.86	0.65
Iluminación	52377.68	9.79	124031.34	23.19	102346.72	19.13
	541295.22	101.20	854135.60	159.68	779154.09	145.66

donde:

- S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².
- EF: Energía final consumida por el servicio técnico en punto de consumo.
- EP_{tot}: Consumo de energía primaria total.
- EP_{nren}: Consumo de energía primaria de origen no renovable.

1.2. Resultados mensuales.

1.2.1. Consumo de energía final del edificio.

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)															
Demanda energética	Calefacción	83425.2	52056.1	37474.9	15086.6	5829.9	--	--	--	--	4464.2	44732.3	77228.4	320297.6	59.9
	Refrigeración	--	--	--	758.3	13907.7	53008.9	86907.6	86132.6	52649.0	1699.4	--	--	295063.5	55.2
	ACS	235.9	213.0	226.8	210.7	208.6	188.7	181.4	186.0	188.7	213.2	219.5	235.9	2508.4	0.5
	TOTAL	83661.1	52269.2	37701.6	16055.5	19946.3	53197.6	87089.1	86318.6	52837.7	6376.8	44951.8	77464.2	617869.5	115.5
Electricidad	Calefacción	756.3	543.8	438.5	288.6	521.4	1086.2	1371.9	1415.9	1071.1	315.8	542.0	706.6	9058.2	1.7
	Refrigeración	756.3	543.8	438.5	580.2	5440.2	20215.4	32012.9	32189.4	20801.3	1053.0	542.0	706.6	115279.6	21.6
	ACS	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Ventilación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Control de la humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Iluminación	4448.5	4018.0	4448.5	4305.0	4448.5	4305.0	4448.5	4448.5	4305.0	4448.5	4305.0	4448.5	52377.7	9.8
Gas natural	Calefacción	94828.3	58813.5	42082.3	16808.1	6389.2	--	--	--	--	4863.6	50142.0	87719.3	361646.3	67.6
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	ACS	275.9	249.2	265.3	246.4	244.0	220.8	212.2	217.5	220.8	249.3	256.7	275.9	2933.9	0.5
	C _{ef,tot}	101065.3	64168.3	47673.1	22228.4	17043.3	25827.3	38045.6	38271.3	26398.2	10930.3	55787.8	93856.9	541295.7	101.2

donde:

- S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².
- $C_{ef,tot}$: Consumo total de energía en punto de consumo, kWh/m²·año.

1.2.2. Horas fuera de consigna

Se indica el número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios habitables acondicionados del edificio se sitúa, durante los periodos de ocupación, fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1°C para calefacción y 1°C para refrigeración. Se considera que el edificio se encuentra fuera de consigna cuando cualquiera de dichos espacios lo está.

Zonas acondicionadas		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
		(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)
Zona común	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Edificio	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	TOTAL	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Consumo energético

2. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.

2.1. Energía eléctrica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía eléctrica.

2.2. Energía térmica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía térmica a partir de fuentes totalmente renovables.

2.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.

Se indica la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio que procede de fuentes renovables no fósiles, como son la biomasa, la electricidad consumida que se produce en el edificio a partir de fuentes renovables y la energía térmica captada del medioambiente.

EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)
Electricidad autoconsumida de origen renovable	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa densificada (pellets)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m^2 .

3. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria, corresponde a la suma de la energía demandada de calefacción, refrigeración y ACS del edificio según las condiciones operacionales definidas.

3.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.

Se muestran los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m^2)	D_{cal} (kWh/año)	D_{cal} (kWh/ $\text{m}^2 \cdot \text{año}$)	D_{ref} (kWh/año)	D_{ref} (kWh/ $\text{m}^2 \cdot \text{año}$)
Zona común	5348.95	320297.62	59.88	295063.48	55.16
	5348.95	320297.62	59.88	295063.48	55.16

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m^2 .

D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/año.

D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/ $\text{m}^2 \cdot \text{año}$.

3.2. Demanda energética de ACS.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia definida en la zona, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado, de valores:

	Ene (°C)	Feb (°C)	Mar (°C)	Abr (°C)	May (°C)	Jun (°C)	Jul (°C)	Ago (°C)	Sep (°C)	Oct (°C)	Nov (°C)	Dic (°C)
Temperatura del agua de red	8.0	8.0	10.0	12.0	14.0	17.0	20.0	19.0	17.0	13.0	10.0	8.0

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias.

Consumo energético

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m ² ·año)
Zona común	120.0	60.0	5348.95	2508.37	0.47
	120.0		5348.95	2508.37	0.47

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref} : Temperatura de referencia, °C.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m²·año.

4. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

4.1. Definición de los espacios del edificio.

4.1.1. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.

	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	$SQ_{ocup,s}$ (kWh/año)	$SQ_{ocup,l}$ (kWh/año)	$SQ_{equip,s}$ (kWh/año)	$SQ_{equip,l}$ (kWh/año)	SQ_{alum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Zona común (Zona habitable acondicionada)										
B1	176.65	706.60	9.34	54038.25	34738.87	11605.89	11605.89	1450.74		
B2	59.53	238.10	27.71	54038.25	34738.87	3910.80	3910.80	488.85		
GARAJE	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	4374.44		
N COM -1	68.54	274.17	2.34	3756.82	2415.10	--	--	900.65		
N COM -2	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	4374.44		
N COM -3	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	4374.44		
N COM P1	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P2	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P3	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P4	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P5	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P6	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69	Personalizado	Otros usos 24 h
N COM P7	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P8	41.84	167.38	2.34	2293.52	1474.40	--	--	549.84		
N COM P9	49.97	199.87	2.34	2738.74	1760.62	--	--	656.58		
N COM PB	163.11	652.45	2.34	8940.21	5747.28	--	--	2143.30		
P1	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P2	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P3	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P4	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P5	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P6	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P7	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P8	139.47	557.88	3.86	17629.50	11333.25	9163.13	9163.13	1145.39		
S1	219.21	876.84	2.46	17629.50	11333.25	14402.06	14402.06	1800.26		
SALA P8	35.27	141.07	2.34	1933.04	1242.67	--	--	463.42		
	5348.95	21395.78	2.27/1.33	360727.91	231896.52	238766.06	238766.06	52377.68		

donde:

S: Superficie útil interior del recinto, m².

V: Volumen interior neto del recinto, m³.

ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.

Consumo energético

- *: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.
- $Q_{ocup,s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- $Q_{ocup,l}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- $Q_{equip,s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
- $Q_{equip,l}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q_{lum} : Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

4.1.2. Condiciones operacionales

Distribución horaria																								
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Perfil: Otros usos 24 h (uso no residencial)																								
Temp. Consigna Alta (°C)																								
Laboral	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Sábado	--	--	--	--	--	--	25	25	25	25	25	25	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Temp. Consigna Baja (°C)																								
Laboral	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Sábado	--	--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20	20	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4.1.3. Carga interna media

Se muestran los resultados del cálculo de la carga interna media de las zonas habitables del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	C_{Fi} (W/m ²)
Zona común	5348.95	13.9
	5348.95	13.9

donde:

- S_u : Superficie habitable del edificio, m².
- C_{Fi} : Carga interna media, W/m². Carga media horaria de una semana tipo, repercutida por unidad de superficie del edificio o zona del edificio, teniendo en cuenta la carga sensible debida a la ocupación, la carga debida a la iluminación y la carga debida a los equipos (Anejo A, CTE DB HE).

4.2. Procedimiento de cálculo del consumo energético.

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía renovables y no renovables. Para ello, se ha empleado el documento reconocido CYPETHERM HE Plus. Mediante dicho programa, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo térmico zonal del edificio con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus™ versión 9.1, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico para mantener las condiciones operacionales definidas, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada y la energía final consumida, desglosando el consumo energético por equipo, servicio técnico y vector energético utilizado.

El cálculo de la energía primaria que corresponde a la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio, teniendo en cuenta la contribución de la energía producida in situ, se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

4.3. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

Vector energético	$f_{cep,nren}$	$f_{cep,ren}$
Gas natural	1.190	0.005
Electricidad obtenida de la red	1.954	0.414

donde:

- $f_{cep,nren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.
- $f_{cep,ren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables.

ANEJO DE CALCULOS - EFICIENCIA ENERGÉTICA - HIPOTÉISIS COMBINADA 1

Calificación energética del edificio

Zona climática	D3	Uso	Otros usos
----------------	----	-----	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

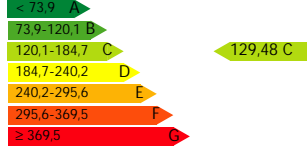
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES				
<div><div><div><div><div>< 15.6</div><div>A</div></div><div><div>15.6-25.4</div><div>B</div></div><div><div>25.4-39.0</div><div>C</div></div><div><div>39.0-50.7</div><div>D</div></div><div><div>50.7-62.4</div><div>E</div></div><div><div>62.4-78.0</div><div>F</div></div><div><div>≥ 78.0</div><div>G</div></div></div><div><div>24,61</div><div>B</div></div></div></div>	CALEFACCIÓN		ACS		G	
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]		B	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]		
	13.77			0.14		
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN			
	Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]		C	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	B
		7.46			3.24	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	11.22	60018.54
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	13.39	71635.16

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
	Energía primaria calefacción [kWh/m²·año]	C	Energía primaria ACS [kWh/m²·año]		G
	65.65		0.65		
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m²·año] ¹	Energía primaria refrigeración [kWh/m²·año]	C	Energía primaria iluminación [kWh/m²·año]		B
	44.04	19.13			

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Consumo energético

Consumo energético

1. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

1.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.

Se muestra el consumo anual de energía final, energía primaria y energía primaria no renovable correspondiente a los distintos servicios técnicos del edificio. Los consumos de los servicios de calefacción y refrigeración incluyen el consumo eléctrico de los equipos auxiliares de los sistemas de climatización.

EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	289704.88	54.16	356031.13	66.56	351152.90	65.65
Refrigeración	120564.75	22.54	285499.94	53.38	235583.59	44.04
ACS	2933.91	0.55	3508.91	0.66	3492.86	0.65
Iluminación	52377.69	9.79	124031.34	23.19	102346.72	19.13
	465581.23	87.04	769065.98	143.78	692576.06	129.48

donde:

- S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².
- EF: Energía final consumida por el servicio técnico en punto de consumo.
- EP_{tot}: Consumo de energía primaria total.
- EP_{nren}: Consumo de energía primaria de origen no renovable.

1.2. Resultados mensuales.

1.2.1. Consumo de energía final del edificio.

		Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año) (kWh/m ² ·año)	
EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)															
Demanda energética	Calefacción	69615.7	40891.4	27224.3	9051.1	2682.9	--	--	--	--	2013.4	33921.9	64054.9	249455.7	46.6
	Refrigeración	--	--	--	2182.8	17521.9	56233.4	88352.1	87465.9	55460.1	5491.2	--	--	312707.5	58.5
	ACS	235.9	213.0	226.8	210.7	208.6	188.7	181.4	186.0	188.7	213.2	219.5	235.9	2508.4	0.5
	TOTAL	69851.6	41104.4	27451.1	11444.6	20413.5	56422.2	88533.5	87651.9	55648.8	7717.8	34141.4	64290.8	564671.5	105.6
Electricidad	Calefacción	564.9	398.9	320.6	267.1	529.1	1113.0	1363.5	1409.4	1079.8	421.7	399.9	514.4	8382.3	1.6
	Refrigeración	564.9	398.9	320.6	1091.7	6646.3	21257.3	32388.8	32556.7	21688.2	2737.3	399.9	514.4	120564.8	22.5
	ACS	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Ventilación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Control de la humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Gas natural	Iluminación	4448.5	4018.0	4448.5	4305.0	4448.5	4305.0	4448.5	4448.5	4305.0	4448.5	4305.0	4448.5	52377.7	9.8
	Calefacción	79007.0	46106.8	30472.1	10032.0	2921.8	--	--	--	--	2177.6	37934.5	72670.8	281322.7	52.6
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	ACS	275.9	249.2	265.3	246.4	244.0	220.8	212.2	217.5	220.8	249.3	256.7	275.9	2933.9	0.5
C _{ef, total}		84861.2	51171.8	35827.0	15942.2	14789.7	26896.0	38413.0	38632.1	27293.9	10034.4	43295.9	78424.1	465581.4	87.0

donde:

- S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².
- C_{ef, total}: Consumo total de energía en punto de consumo, kWh/m²·año.

1.2.2. Horas fuera de consigna

Se indica el número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios habitables acondicionados del edificio se sitúa, durante los periodos de ocupación, fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1°C para calefacción y 1°C para refrigeración. Se considera que el edificio se encuentra fuera de consigna cuando cualquiera de dichos espacios lo está.

Zonas acondicionadas		Ene (h)	Feb (h)	Mar (h)	Abr (h)	May (h)	Jun (h)	Jul (h)	Ago (h)	Sep (h)	Oct (h)	Nov (h)	Dic (h)	Año (h)
Zona común	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Edificio	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	TOTAL	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Consumo energético

2. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.

2.1. Energía eléctrica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía eléctrica.

2.2. Energía térmica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía térmica a partir de fuentes totalmente renovables.

2.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.

Se indica la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio que procede de fuentes renovables no fósiles, como son la biomasa, la electricidad consumida que se produce en el edificio a partir de fuentes renovables y la energía térmica captada del medioambiente.

EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)
Electricidad autoconsumida de origen renovable	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa densificada (pellets)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m^2 .

3. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria, corresponde a la suma de la energía demandada de calefacción, refrigeración y ACS del edificio según las condiciones operacionales definidas.

3.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.

Se muestran los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m^2)	D_{cal} (kWh/año)	D_{cal} (kWh/ $\text{m}^2 \cdot \text{año}$)	D_{ref} (kWh/año)	D_{ref} (kWh/ $\text{m}^2 \cdot \text{año}$)
Zona común	5348.95	249455.66	46.64	312707.45	58.46
	5348.95	249455.66	46.64	312707.45	58.46

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m^2 .

D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/año.

D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/ $\text{m}^2 \cdot \text{año}$.

3.2. Demanda energética de ACS.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia definida en la zona, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado, de valores:

	Ene (°C)	Feb (°C)	Mar (°C)	Abr (°C)	May (°C)	Jun (°C)	Jul (°C)	Ago (°C)	Sep (°C)	Oct (°C)	Nov (°C)	Dic (°C)
Temperatura del agua de red	8.0	8.0	10.0	12.0	14.0	17.0	20.0	19.0	17.0	13.0	10.0	8.0

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias.

Consumo energético

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m ² .año)
Zona común	120.0	60.0	5348.95	2508.37	0.47
	120.0		5348.95	2508.37	0.47

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref} : Temperatura de referencia, °C.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m².año.

4. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

4.1. Definición de los espacios del edificio.

4.1.1. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.

	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	$SQ_{ocup,s}$ (kWh/año)	$SQ_{ocup,l}$ (kWh/año)	$SQ_{equip,s}$ (kWh/año)	$SQ_{equip,l}$ (kWh/año)	SQ_{alum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Zona común (Zona habitable acondicionada)										
B1	176.65	706.60	9.34	54038.25	34738.87	11605.89	11605.89	1450.74		
B2	59.53	238.10	27.71	54038.25	34738.87	3910.80	3910.80	488.85		
GARAJE	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	4374.44		
N COM -1	68.54	274.17	2.34	3756.82	2415.10	--	--	900.65		
N COM -2	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	4374.44		
N COM -3	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	4374.44		
N COM P1	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P2	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P3	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P4	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P5	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P6	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69	Personalizado	Otros usos 24 h
N COM P7	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P8	41.84	167.38	2.34	2293.52	1474.40	--	--	549.84		
N COM P9	49.97	199.87	2.34	2738.74	1760.62	--	--	656.58		
N COM PB	163.11	652.45	2.34	8940.21	5747.28	--	--	2143.30		
P1	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P2	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P3	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P4	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P5	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P6	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P7	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P8	139.47	557.88	3.86	17629.50	11333.25	9163.13	9163.13	1145.39		
S1	219.21	876.84	2.46	17629.50	11333.25	14402.06	14402.06	1800.26		
SALA P8	35.27	141.07	2.34	1933.04	1242.67	--	--	463.42		
	5348.95	21395.78	2.27/1.33	360727.91	231896.52	238766.06	238766.06	52377.68		

donde:

S: Superficie útil interior del recinto, m².

V: Volumen interior neto del recinto, m³.

ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.

Consumo energético

- *: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.
- $Q_{ocup,s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- $Q_{ocup,l}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- $Q_{equip,s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
- $Q_{equip,l}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q_{lum} : Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

4.1.2. Condiciones operacionales

Distribución horaria																								
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Perfil: Otros usos 24 h (uso no residencial)																								
Temp. Consigna Alta (°C)																								
Laboral	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Sábado	--	--	--	--	--	--	25	25	25	25	25	25	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Temp. Consigna Baja (°C)																								
Laboral	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Sábado	--	--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20	20	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4.1.3. Carga interna media

Se muestran los resultados del cálculo de la carga interna media de las zonas habitables del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	C_{Fi} (W/m ²)
Zona común	5348.95	13.9
	5348.95	13.9

donde:

- S_u : Superficie habitable del edificio, m².
- C_{Fi} : Carga interna media, W/m². Carga media horaria de una semana tipo, repercutida por unidad de superficie del edificio o zona del edificio, teniendo en cuenta la carga sensible debida a la ocupación, la carga debida a la iluminación y la carga debida a los equipos (Anejo A, CTE DB HE).

4.2. Procedimiento de cálculo del consumo energético.

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía renovables y no renovables. Para ello, se ha empleado el documento reconocido CYPETHERM HE Plus. Mediante dicho programa, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo térmico zonal del edificio con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus™ versión 9.1, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico para mantener las condiciones operacionales definidas, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada y la energía final consumida, desglosando el consumo energético por equipo, servicio técnico y vector energético utilizado.

El cálculo de la energía primaria que corresponde a la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio, teniendo en cuenta la contribución de la energía producida in situ, se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

4.3. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

Vector energético	$f_{cep,nren}$	$f_{cep,ren}$
Gas natural	1.190	0.005
Electricidad obtenida de la red	1.954	0.414

donde:

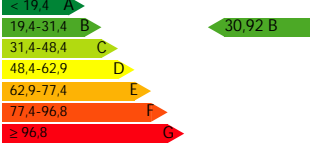
- $f_{cep,nren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.
- $f_{cep,ren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables.

ANEJO DE CALCULOS - EFICIENCIA ENERGÉTICA - HIPOTÉESIS COMBINADA 2

Calificación energética del edificio

Zona climática	D3	Uso	Otros usos
----------------	----	-----	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]	B
	2.89		0.05	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	C	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	C
	8.96		19.02	
Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹				

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	30.92	165369.78
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	0.00	0.00

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<p>< 101.1 A 101.1-164.2 B 164.2-252.7 C 252.7-328.5 D 328.5-404.3 E 404.3-505.3 F ≥ 505.3 G</p> <p>182.51 C</p>	CALEFACCIÓN		ACS		
	Energía primaria calefacción [kWh/m²·año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m²·año]	C	
	17.09		0.3		
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		
	Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m²·año] ¹	Energía primaria refrigeración [kWh/m²·año]	C	Energía primaria iluminación [kWh/m²·año]	D
52.87		112.25			

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Consumo energético

1. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

1.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.

Se muestra el consumo anual de energía final, energía primaria y energía primaria no renovable correspondiente a los distintos servicios técnicos del edificio. Los consumos de los servicios de calefacción y refrigeración incluyen el consumo eléctrico de los equipos auxiliares de los sistemas de climatización.

EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{ren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	160899.55	30.08	224880.35	42.04	91392.08	17.09
Refrigeración	144739.48	27.06	342744.35	64.08	282820.12	52.87
ACS	2508.36	0.47	3621.24	0.68	1588.64	0.30
Iluminación	307281.70	57.45	727643.74	136.04	600429.78	112.25
	615429.09	115.06	1298889.68	242.83	976230.62	182.51

donde:

- S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².
- EF: Energía final consumida por el servicio técnico en punto de consumo.
- EP_{tot}: Consumo de energía primaria total.
- EP_{ren}: Consumo de energía primaria de origen no renovable.

1.2. Resultados mensuales.

1.2.1. Consumo de energía final del edificio.

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)															
Demanda energética	Calefacción	51465.7	26138.6	14794.2	3348.4	419.3	--	--	--	--	267.4	17993.9	46472.1	160899.6	30.1
	Refrigeración	--	--	909.4	7469.3	28873.8	73562.5	107434.0	106688.7	71997.2	15578.4	--	--	412513.3	77.1
	ACS	235.9	213.0	226.8	210.7	208.6	188.7	181.4	186.0	188.7	213.2	219.5	235.9	2508.4	0.5
	TOTAL	51701.5	26351.6	15930.4	11028.4	29501.8	73751.2	107615.4	106874.6	72185.9	16059.0	18213.4	46708.0	575921.3	107.7
Electricidad	Calefacción	14960.9	7598.4	4300.6	973.4	121.9	--	--	--	--	77.7	5230.8	13509.3	46773.2	8.7
	Refrigeración	--	--	319.1	2620.8	10131.0	25811.1	37695.7	37434.2	25261.8	5466.0	--	--	144739.6	27.1
	ACS	76.3	68.9	73.4	68.2	67.5	61.1	58.7	60.2	61.1	69.0	71.0	76.3	811.8	0.2
	Ventilación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Control de la humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	Iluminación	26097.9	23572.3	26097.9	25256.1	26097.9	25256.1	26097.9	26097.9	25256.1	26097.9	25256.1	26097.9	307282.2	57.4
	Calefacción	36504.7	18540.2	10493.6	2375.0	297.4	--	--	--	--	189.7	12763.1	32962.8	114126.5	21.3
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	ACS	159.5	144.1	153.4	142.5	141.1	127.7	122.7	125.8	127.7	144.2	148.4	159.5	1696.6	0.3
	C _{ef,tot}	77799.5	49924.0	41438.0	31435.9	36856.9	51255.9	63975.0	63718.1	50706.6	32044.5	43469.5	72805.9	615429.8	115.1

donde:

- S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².
- C_{ef,tot}: Consumo total de energía en punto de consumo, kWh/m²·año.

1.2.2. Horas fuera de consigna

Se indica el número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios habitables acondicionados del edificio se sitúa, durante los periodos de ocupación, fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1°C para calefacción y 1°C para refrigeración. Se considera que el edificio se encuentra fuera de consigna cuando cualquiera de dichos espacios lo está.

Zonas acondicionadas		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
		(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)
Zona común	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Edificio	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	TOTAL	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Consumo energético

2. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.

2.1. Energía eléctrica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía eléctrica.

2.2. Energía térmica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía térmica a partir de fuentes totalmente renovables.

2.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.

Se indica la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio que procede de fuentes renovables no fósiles, como son la biomasa, la electricidad consumida que se produce en el edificio a partir de fuentes renovables y la energía térmica captada del medioambiente.

EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	(kWh/m ² -año)
Electricidad autoconsumida de origen renovable	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	36664.2	18684.3	10647.0	2517.5	438.6	127.7	122.7	125.8	127.7	333.9	12911.5	33122.3	115823.1	21.7
Biomasa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa densificada (pellets)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

3. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria, corresponde a la suma de la energía demandada de calefacción, refrigeración y ACS del edificio según las condiciones operacionales definidas.

3.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.

Se muestran los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	D_{cal} (kWh/año)	(kWh/m ² -año)	D_{ref} (kWh/año)	(kWh/m ² -año)
Zona común	5348.95	160899.63	30.08	412513.25	77.12
	5348.95	160899.63	30.08	412513.25	77.12

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/año.

D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/m²-año.

3.2. Demanda energética de ACS.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia definida en la zona, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado, de valores:

	Ene (°C)	Feb (°C)	Mar (°C)	Abr (°C)	May (°C)	Jun (°C)	Jul (°C)	Ago (°C)	Sep (°C)	Oct (°C)	Nov (°C)	Dic (°C)
Temperatura del agua de red	8.0	8.0	10.0	12.0	14.0	17.0	20.0	19.0	17.0	13.0	10.0	8.0

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias.

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	(kWh/m ² -año)
Zona común	120.0	60.0	5348.95	2508.37	0.47

Consumo energético

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m ² ·año)
	120.0		5348.95	2508.37	0.47

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref} : Temperatura de referencia, °C.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m²·año.

4. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

4.1. Definición de los espacios del edificio.

4.1.1. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.

	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	$SO_{ocup,s}$ (kWh/año)	$SO_{ocup,l}$ (kWh/año)	$SO_{equip,s}$ (kWh/año)	$SO_{equip,l}$ (kWh/año)	SO_{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Zona común (Zona habitable acondicionada)										
B1	176.65	706.60	9.34	54038.25	34738.87	11605.89	11605.89	8510.98		
B2	59.53	238.10	27.71	54038.25	34738.87	3910.80	3910.80	2867.92		
GARAJE	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	25663.37		
N COM -1	68.54	274.17	2.34	3756.82	2415.10	--	--	5283.81		
N COM -2	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	25663.37		
N COM -3	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	25663.37		
N COM P1	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P2	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P3	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P4	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P5	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P6	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71	Personalizado	Otros usos 24 h
N COM P7	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P8	41.84	167.38	2.34	2293.52	1474.40	--	--	3225.74		
N COM P9	49.97	199.87	2.34	2738.74	1760.62	--	--	3851.93		
N COM PB	163.11	652.45	2.34	8940.21	5747.28	--	--	12574.04		
P1	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P2	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P3	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P4	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P5	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P6	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P7	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P8	139.47	557.88	3.86	17629.50	11333.25	9163.13	9163.13	6719.63		
S1	219.21	876.84	2.46	17629.50	11333.25	14402.06	14402.06	10561.51		
SALA P8	35.27	141.07	2.34	1933.04	1242.67	--	--	2718.74		
	5348.95	21395.78	2.27/1.33	360727.91	231896.52	238766.06	238766.06	307282.41		

donde:

S: Superficie útil interior del recinto, m².

V: Volumen interior neto del recinto, m³.

ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.

*: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.

$Q_{ocup,s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

Consumo energético

- $Q_{ocup,i}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
 $Q_{equip,s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
 $Q_{equip,i}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
 Q_{ilum} : Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

4.1.2. Condiciones operacionales

Distribución horaria																								
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Perfil: Otros usos 24 h (uso no residencial)																								
Temp. Consigna Alta (°C)																								
Laboral	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Sábado	--	--	--	--	--	--	25	25	25	25	25	25	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Temp. Consigna Baja (°C)																								
Laboral	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Sábado	--	--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4.1.3. Carga interna media

Se muestran los resultados del cálculo de la carga interna media de las zonas habitables del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	C_{FI} (W/m ²)
Zona común	5348.95	19.4
	5348.95	19.4

donde:

- S_u : Superficie habitable del edificio, m².
 C_{FI} : Carga interna media, W/m². Carga media horaria de una semana tipo, repercutida por unidad de superficie del edificio o zona del edificio, teniendo en cuenta la carga sensible debida a la ocupación, la carga debida a la iluminación y la carga debida a los equipos (Anejo A, CTE DB HE).

4.2. Procedimiento de cálculo del consumo energético.

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía renovables y no renovables. Para ello, se ha empleado el documento reconocido CYPETHERM HE Plus. Mediante dicho programa, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo térmico zonal del edificio con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus™ versión 9.1, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico para mantener las condiciones operacionales definidas, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada y la energía final consumida, desglosando el consumo energético por equipo, servicio técnico y vector energético utilizado.

El cálculo de la energía primaria que corresponde a la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio, teniendo en cuenta la contribución de la energía producida in situ, se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

4.3. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

Vector energético	$f_{cep,nren}$	$f_{cep,ren}$
Medioambiente	0	1.000
Electricidad obtenida de la red	1.954	0.414

donde:

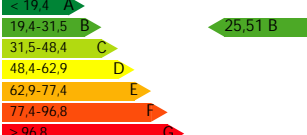
- $f_{cep,nren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.
 $f_{cep,ren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables.

ANEJO DE CALCULOS - EFICIENCIA ENERGÉTICA - HIPOTÉISIS COMBINADA 3

Calificación energética del edificio

Zona climática	D3	Uso	Otros usos
----------------	----	-----	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

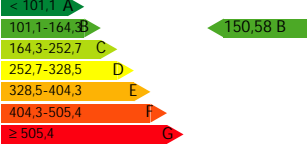
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]	C
	1.7		0.06	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	C
4.74		19.02		

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	25.51	136441.81
Emisiones CO2 por otros combustibles	0.00	0.00

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m²·año] ¹	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria calefacción [kWh/m²·año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m²·año]	C
		10.03		0.35	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Energía primaria refrigeración [kWh/m²·año]	A	Energía primaria iluminación [kWh/m²·año]	D
27.96	112.25				

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Consumo energético

1. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

1.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.

Se muestra el consumo anual de energía final, energía primaria y energía primaria no renovable correspondiente a los distintos servicios técnicos del edificio. Los consumos de los servicios de calefacción y refrigeración incluyen el consumo eléctrico de los equipos auxiliares de los sistemas de climatización.

EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{ren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	161971.00	30.28	199526.35	37.30	53644.57	10.03
Refrigeración	76526.33	14.31	181216.91	33.88	149535.11	27.96
ACS	2830.33	0.53	4129.39	0.77	1856.08	0.35
Iluminación	307281.70	57.45	727643.74	136.04	600429.78	112.25
	548609.36	102.56	1112516.39	207.99	805460.20	150.58

donde:

- S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².
- EF: Energía final consumida por el servicio técnico en punto de consumo.
- EP_{tot}: Consumo de energía primaria total.
- EP_{ren}: Consumo de energía primaria de origen no renovable.

1.2. Resultados mensuales.

1.2.1. Consumo de energía final del edificio.

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)															
Demanda energética	Calefacción	51699.7	26330.4	14920.0	3414.4	441.7	--	--	--	--	284.0	18176.4	46704.4	161971.1	30.3
	Refrigeración	--	--	926.0	7440.6	28976.9	75597.6	109906.2	108975.6	73554.7	15523.6	--	--	420901.1	78.7
	ACS	263.2	237.7	254.1	237.1	236.0	215.2	208.8	213.3	215.2	240.5	245.9	263.2	2830.3	0.5
	TOTAL	51962.9	26568.1	16100.1	11092.1	29654.5	75812.8	110114.9	109188.9	73769.9	16048.1	18422.3	46967.6	585702.5	109.5
Electricidad	Calefacción	8762.7	4462.8	2528.8	578.7	74.9	--	--	--	--	48.1	3080.7	7916.0	27452.7	5.1
	Refrigeración	--	--	168.4	1352.8	5268.4	13744.8	19982.7	19813.5	13373.4	2822.4	--	--	76526.4	14.3
	ACS	88.3	79.8	85.3	79.6	79.2	72.2	70.1	71.6	72.2	80.7	82.5	88.3	949.8	0.2
	Ventilación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Control de la humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	Iluminación	26097.9	23572.3	26097.9	25256.1	26097.9	25256.1	26097.9	26097.9	25256.1	26097.9	25256.1	26097.9	307281.7	57.4
	Calefacción	42937.1	21867.6	12391.2	2835.7	366.8	--	--	--	--	235.9	15095.7	38788.4	134518.4	25.1
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	ACS	174.9	158.0	168.8	157.6	156.8	143.0	138.7	141.7	143.0	159.8	163.4	174.9	1880.5	0.4
	C _{ef,tot}	78060.9	50140.4	41440.4	30260.5	32044.1	39216.1	46289.4	46124.8	38844.7	29444.9	43678.4	73065.6	548610.0	102.6

donde:

- S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².
- C_{ef,tot}: Consumo total de energía en punto de consumo, kWh/m²·año.

1.2.2. Horas fuera de consigna

Se indica el número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios habitables acondicionados del edificio se sitúa, durante los periodos de ocupación, fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1°C para calefacción y 1°C para refrigeración. Se considera que el edificio se encuentra fuera de consigna cuando cualquiera de dichos espacios lo está.

Zonas acondicionadas		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
		(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)
Zona común	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Edificio	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	TOTAL	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Consumo energético

2. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.

2.1. Energía eléctrica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía eléctrica.

2.2. Energía térmica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía térmica a partir de fuentes totalmente renovables.

2.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.

Se indica la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio que procede de fuentes renovables no fósiles, como son la biomasa, la electricidad consumida que se produce en el edificio a partir de fuentes renovables y la energía térmica captada del medioambiente.

EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año) (kWh/m ² ·año)	
Electricidad autoconsumida de origen renovable	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	43112.0	22025.5	12560.0	2993.3	523.6	143.0	138.7	141.7	143.0	395.7	15259.1	38963.3	136399.0	25.5
Biomasa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa densificada (pellets)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

3. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria, corresponde a la suma de la energía demandada de calefacción, refrigeración y ACS del edificio según las condiciones operacionales definidas.

3.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.

Se muestran los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	D_{cal} (kWh/año)	D_{ref} (kWh/año)	D_{cal} (kWh/m ² ·año)	D_{ref} (kWh/m ² ·año)
Zona común	5348.95	161971.08	420901.08	30.28	78.69
	5348.95	161971.08	420901.08	30.28	78.69

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/año.

D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/m²·año.

3.2. Demanda energética de ACS.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia definida en la zona, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado, de valores:

	Ene (°C)	Feb (°C)	Mar (°C)	Abr (°C)	May (°C)	Jun (°C)	Jul (°C)	Ago (°C)	Sep (°C)	Oct (°C)	Nov (°C)	Dic (°C)
Temperatura del agua de red	8.0	8.0	10.0	12.0	14.0	17.0	20.0	19.0	17.0	13.0	10.0	8.0

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias.

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m ² ·año)
Zona común	120.0	60.0	5348.95	2830.30	0.53

Consumo energético

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m ² ·año)
	120.0		5348.95	2830.30	0.53

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref} : Temperatura de referencia, °C.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m²·año.

4. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

4.1. Definición de los espacios del edificio.

4.1.1. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.

	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	$SO_{ocup,s}$ (kWh/año)	$SO_{ocup,l}$ (kWh/año)	$SO_{equip,s}$ (kWh/año)	$SO_{equip,l}$ (kWh/año)	SO_{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Zona común (Zona habitable acondicionada)										
B1	176.65	706.60	9.34	54038.25	34738.87	11605.89	11605.89	8510.98		
B2	59.53	238.10	27.71	54038.25	34738.87	3910.80	3910.80	2867.92		
GARAJE	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	25663.37		
N COM -1	68.54	274.17	2.34	3756.82	2415.10	--	--	5283.81		
N COM -2	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	25663.37		
N COM -3	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	25663.37		
N COM P1	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P2	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P3	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P4	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P5	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P6	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71	Personalizado	Otros usos 24 h
N COM P7	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71		
N COM P8	41.84	167.38	2.34	2293.52	1474.40	--	--	3225.74		
N COM P9	49.97	199.87	2.34	2738.74	1760.62	--	--	3851.93		
N COM PB	163.11	652.45	2.34	8940.21	5747.28	--	--	12574.04		
P1	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P2	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P3	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P4	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P5	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P6	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P7	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	20919.29		
P8	139.47	557.88	3.86	17629.50	11333.25	9163.13	9163.13	6719.63		
S1	219.21	876.84	2.46	17629.50	11333.25	14402.06	14402.06	10561.51		
SALA P8	35.27	141.07	2.34	1933.04	1242.67	--	--	2718.74		
	5348.95	21395.78	2.27/1.33*	360727.91	231896.52	238766.06	238766.06	307282.41		

donde:

S: Superficie útil interior del recinto, m².

V: Volumen interior neto del recinto, m³.

ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.

*: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.

$Q_{ocup,s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

Consumo energético

- $Q_{ocup,i}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
 $Q_{equip,s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
 $Q_{equip,i}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
 Q_{ilum} : Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

4.1.2. Condiciones operacionales

		Distribución horaria																							
		1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Perfil: Otros usos 24 h (uso no residencial)																									
Temp. Consigna Alta (°C)																									
Laboral		25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Sábado		--	--	--	--	--	--	25	25	25	25	25	25	25	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Temp. Consigna Baja (°C)																									
Laboral		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Sábado		--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20	20	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4.1.3. Carga interna media

Se muestran los resultados del cálculo de la carga interna media de las zonas habitables del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	C_{FI} (W/m ²)
Zona común	5348.95	19.4
	5348.95	19.4

donde:

- S_u : Superficie habitable del edificio, m².
 C_{FI} : Carga interna media, W/m². Carga media horaria de una semana tipo, repercutida por unidad de superficie del edificio o zona del edificio, teniendo en cuenta la carga sensible debida a la ocupación, la carga debida a la iluminación y la carga debida a los equipos (Anejo A, CTE DB HE).

4.2. Procedimiento de cálculo del consumo energético.

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía renovables y no renovables. Para ello, se ha empleado el documento reconocido CYPETHERM HE Plus. Mediante dicho programa, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo térmico zonal del edificio con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus™ versión 9.1, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico para mantener las condiciones operacionales definidas, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada y la energía final consumida, desglosando el consumo energético por equipo, servicio técnico y vector energético utilizado.

El cálculo de la energía primaria que corresponde a la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio, teniendo en cuenta la contribución de la energía producida in situ, se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

4.3. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

Vector energético	$f_{cep,nren}$	$f_{cep,ren}$
Medioambiente	0	1.000
Electricidad obtenida de la red	1.954	0.414

donde:

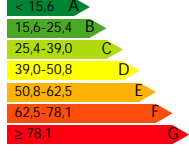
- $f_{cep,nren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.
 $f_{cep,ren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables.

ANEJO DE CALCULOS - EFICIENCIA ENERGÉTICA - HIPOTÉISIS COMBINADA 4

Calificación energética del edificio

Zona climática	D3	Uso	Otros usos
----------------	----	-----	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

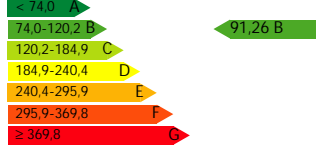
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS		B
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]		A	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]	
	5.76			0.05	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		B
	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]		B	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	
Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹		6.41		3.24	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	15.46	82693.44
Emisiones CO2 por otros combustibles	0.00	1.33

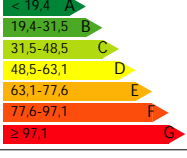
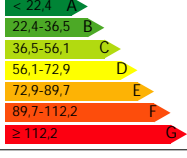
2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Energía primaria calefacción [kWh/m²·año]	B	Energía primaria ACS [kWh/m²·año]	C
	34.01		0.3	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m²·año] ¹	Energía primaria refrigeración [kWh/m²·año]	B	Energía primaria iluminación [kWh/m²·año]	B
37.82		19.13		

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
	
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Consumo energético

1. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

1.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.

Se muestra el consumo anual de energía final, energía primaria y energía primaria no renovable correspondiente a los distintos servicios técnicos del edificio. Los consumos de los servicios de calefacción y refrigeración incluyen el consumo eléctrico de los equipos auxiliares de los sistemas de climatización.

EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	320297.39	59.88	447674.61	83.69	181939.02	34.01
Refrigeración	103529.69	19.36	245158.20	45.83	202297.10	37.82
ACS	2508.36	0.47	3621.24	0.68	1588.64	0.30
Iluminación	52377.69	9.79	124031.34	23.19	102346.72	19.13
	478713.12	89.50	820480.04	153.39	488166.12	91.26

donde:

- S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².
- EF: Energía final consumida por el servicio técnico en punto de consumo.
- EP_{tot}: Consumo de energía primaria total.
- EP_{nren}: Consumo de energía primaria de origen no renovable.

1.2. Resultados mensuales.

1.2.1. Consumo de energía final del edificio.

		Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año) (kWh/m²·año)	
EDIFICIO (S _e = 5348.95 m²)															
Demanda energética	Calefacción	83425.2	52056.1	37474.9	15086.6	5829.9	--	--	--	--	4464.2	44732.3	77228.4	320297.6	59.9
	Refrigeración	--	--	--	758.3	13907.7	53008.9	86907.6	86132.6	52649.0	1699.4	--	--	295063.5	55.2
	ACS	235.9	213.0	226.8	210.7	208.6	188.7	181.4	186.0	188.7	213.2	219.5	235.9	2508.4	0.5
	TOTAL	83661.1	52269.2	37701.6	16055.5	19946.3	53197.6	87089.1	86318.6	52837.7	6376.8	44951.8	77464.2	617869.5	115.5
Electricidad	Calefacción	24251.5	15132.6	10893.9	4385.6	1694.7	--	--	--	--	1297.7	13003.6	22450.1	93109.8	17.4
	Refrigeración	--	--	--	266.1	4879.9	18599.4	30493.5	30221.6	18473.1	596.3	--	--	103529.8	19.4
	ACS	76.3	68.9	73.4	68.2	67.5	61.1	58.7	60.2	61.1	69.0	71.0	76.3	811.8	0.2
	Ventilación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Control de la humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	Iluminación	4448.5	4018.0	4448.5	4305.0	4448.5	4305.0	4448.5	4448.5	4305.0	4448.5	4305.0	4448.5	52377.7	9.8
	Calefacción	59173.7	36923.5	26581.0	10700.9	4135.2	--	--	--	--	3166.5	31728.7	54778.3	227187.8	42.5
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	ACS	159.5	144.1	153.4	142.5	141.1	127.7	122.7	125.8	127.7	144.2	148.4	159.5	1696.6	0.3
C _{ed,tot,ed}		88109.6	56287.2	42150.2	19868.3	15366.9	23093.2	35123.5	34856.1	22966.8	9722.2	49256.8	81912.8	478713.6	89.5

donde:

- S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².
- C_{ef,tot,ed}: Consumo total de energía en punto de consumo, kWh/m²·año.

1.2.2. Horas fuera de consigna

Se indica el número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios habitables acondicionados del edificio se sitúa, durante los periodos de ocupación, fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1°C para calefacción y 1°C para refrigeración. Se considera que el edificio se encuentra fuera de consigna cuando cualquiera de dichos espacios lo está.

Zonas acondicionadas		Ene (h)	Feb (h)	Mar (h)	Abr (h)	May (h)	Jun (h)	Jul (h)	Ago (h)	Sep (h)	Oct (h)	Nov (h)	Dic (h)	Año (h)
Zona común	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Edificio	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Consumo energético

2. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.

2.1. Energía eléctrica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía eléctrica.

2.2. Energía térmica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía térmica a partir de fuentes totalmente renovables.

2.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.

Se indica la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio que procede de fuentes renovables no fósiles, como son la biomasa, la electricidad consumida que se produce en el edificio a partir de fuentes renovables y la energía térmica captada del medioambiente.

EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	(kWh/m ² -año)
Electricidad autoconsumida de origen renovable	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	59333.2	37067.6	26734.4	10843.4	4276.3	127.7	122.7	125.8	127.7	3310.7	31877.2	54937.8	228884.5	42.8
Biomasa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa densificada (pellets)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

3. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria, corresponde a la suma de la energía demandada de calefacción, refrigeración y ACS del edificio según las condiciones operacionales definidas.

3.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.

Se muestran los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	D_{cal} (kWh/año)	(kWh/m ² -año)	D_{ref} (kWh/año)	(kWh/m ² -año)
Zona común	5348.95	320297.62	59.88	295063.48	55.16
	5348.95	320297.62	59.88	295063.48	55.16

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/año.

D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/m²-año.

3.2. Demanda energética de ACS.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia definida en la zona, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado, de valores:

	Ene (°C)	Feb (°C)	Mar (°C)	Abr (°C)	May (°C)	Jun (°C)	Jul (°C)	Ago (°C)	Sep (°C)	Oct (°C)	Nov (°C)	Dic (°C)
Temperatura del agua de red	8.0	8.0	10.0	12.0	14.0	17.0	20.0	19.0	17.0	13.0	10.0	8.0

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias.

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	(kWh/m ² -año)
Zona común	120.0	60.0	5348.95	2508.37	0.47

Consumo energético

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m ² ·año)
	120.0		5348.95	2508.37	0.47

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref} : Temperatura de referencia, °C.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m²·año.

4. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

4.1. Definición de los espacios del edificio.

4.1.1. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.

	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	$SQ_{ocup,s}$ (kWh/año)	$SQ_{ocup,l}$ (kWh/año)	$SQ_{equip,s}$ (kWh/año)	$SQ_{equip,l}$ (kWh/año)	SQ_{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Zona común (Zona habitable acondicionada)										
B1	176.65	706.60	9.34	54038.25	34738.87	11605.89	11605.89	1450.74		
B2	59.53	238.10	27.71	54038.25	34738.87	3910.80	3910.80	488.85		
GARAJE	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	4374.44		
N COM -1	68.54	274.17	2.34	3756.82	2415.10	--	--	900.65		
N COM -2	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	4374.44		
N COM -3	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	4374.44		
N COM P1	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P2	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P3	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P4	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P5	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P6	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69	Personalizado	Otros usos 24 h
N COM P7	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P8	41.84	167.38	2.34	2293.52	1474.40	--	--	549.84		
N COM P9	49.97	199.87	2.34	2738.74	1760.62	--	--	656.58		
N COM PB	163.11	652.45	2.34	8940.21	5747.28	--	--	2143.30		
P1	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P2	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P3	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P4	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P5	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P6	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P7	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P8	139.47	557.88	3.86	17629.50	11333.25	9163.13	9163.13	1145.39		
S1	219.21	876.84	2.46	17629.50	11333.25	14402.06	14402.06	1800.26		
SALA P8	35.27	141.07	2.34	1933.04	1242.67	--	--	463.42		
	5348.95	21395.78	2.27/1.33*	360727.91	231896.52	238766.06	238766.06	52377.68		

donde:

S: Superficie útil interior del recinto, m².

V: Volumen interior neto del recinto, m³.

ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.

*: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.

Consumo energético

- $Q_{ocup,s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
 $Q_{ocup,l}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
 $Q_{equip,s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
 $Q_{equip,l}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
 Q_{ilum} : Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

4.1.2. Condiciones operacionales

Distribución horaria																								
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Perfil: Otros usos 24 h (uso no residencial)																								
Temp. Consigna Alta (°C)																								
Laboral	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Sábado	--	--	--	--	--	--	25	25	25	25	25	25	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Temp. Consigna Baja (°C)																								
Laboral	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Sábado	--	--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4.1.3. Carga interna media

Se muestran los resultados del cálculo de la carga interna media de las zonas habitables del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	C_{Fi} (W/m ²)
Zona común	5348.95	13.9
	5348.95	13.9

donde:

- S_u : Superficie habitable del edificio, m².
 C_{Fi} : Carga interna media, W/m². Carga media horaria de una semana tipo, repercutida por unidad de superficie del edificio o zona del edificio, teniendo en cuenta la carga sensible debida a la ocupación, la carga debida a la iluminación y la carga debida a los equipos (Anejo A, CTE DB HE).

4.2. Procedimiento de cálculo del consumo energético.

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía renovables y no renovables. Para ello, se ha empleado el documento reconocido CYPETHERM HE Plus. Mediante dicho programa, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo térmico zonal del edificio con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus™ versión 9.1, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico para mantener las condiciones operacionales definidas, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada y la energía final consumida, desglosando el consumo energético por equipo, servicio técnico y vector energético utilizado.

El cálculo de la energía primaria que corresponde a la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio, teniendo en cuenta la contribución de la energía producida in situ, se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

4.3. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

Vector energético	$f_{cep,nren}$	$f_{cep,ren}$
Medioambiente	0	1.000
Electricidad obtenida de la red	1.954	0.414

donde:

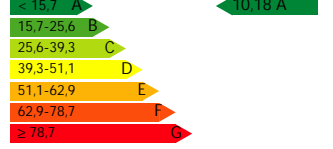
- $f_{cep,nren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.
 $f_{cep,ren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables.

ANEJO DE CALCULOS - EFICIENCIA ENERGÉTICA - HIPOTÉESIS COMBINADA 5

Calificación energética del edificio

Zona climática	D3	Uso	Otros usos
----------------	----	-----	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

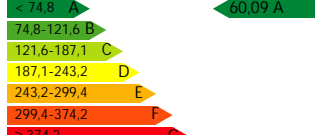
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]	C
	3.35		0.06	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	B
3.33		3.44		

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	10.18	54449.50
Emisiones CO2 por otros combustibles	0.00	0.00

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Energía primaria calefacción [kWh/m²·año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m²·año]	C
	19.75		0.35	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m²·año] ¹	Energía primaria refrigeración [kWh/m²·año]	A	Energía primaria iluminación [kWh/m²·año]	B
19.67		20.33		

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Consumo energético

1. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

1.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.

Se muestra el consumo anual de energía final, energía primaria y energía primaria no renovable correspondiente a los distintos servicios técnicos del edificio. Los consumos de los servicios de calefacción y refrigeración incluyen el consumo eléctrico de los equipos auxiliares de los sistemas de climatización.

EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² .año)	(kWh/año)	(kWh/m ² .año)	(kWh/año)	(kWh/m ² .año)
Calefacción	318984.87	59.64	392944.20	73.46	105641.67	19.75
Refrigeración	53843.13	10.07	127497.46	23.84	105208.40	19.67
ACS	2830.33	0.53	4129.39	0.77	1856.08	0.35
Iluminación	55641.70	10.40	131760.56	24.63	108722.66	20.33
	431300.03	80.63	656336.96	122.70	321434.16	60.09

donde:

- S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².
- EF: Energía final consumida por el servicio técnico en punto de consumo.
- EP_{tot}: Consumo de energía primaria total.
- EP_{nren}: Consumo de energía primaria de origen no renovable.

1.2. Resultados mensuales.

1.2.1. Consumo de energía final del edificio.

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² .año)
EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)															
Demanda energética	Calefacción	83192.3	51856.6	37291.3	14970.3	5757.7	--	--	--	--	4403.0	44513.8	77000.3	318985.3	59.6
	Refrigeración	--	--	--	781.6	14001.8	53217.2	87143.8	86370.9	52850.5	1775.5	--	--	296141.3	55.4
	ACS	263.2	237.7	254.1	237.1	236.0	215.2	208.8	213.3	215.2	240.5	245.9	263.2	2830.3	0.5
	TOTAL	83455.5	52094.3	37545.4	15989.1	19995.5	53432.4	87352.6	86584.2	53065.7	6419.0	44759.7	77263.5	617956.9	115.5
Electricidad	Calefacción	14100.4	8789.2	6320.6	2537.3	975.9	--	--	--	--	746.3	7544.7	13050.9	54065.3	10.1
	Refrigeración	--	--	--	142.1	2545.8	9675.8	15844.1	15703.6	9609.1	322.8	--	--	53843.2	10.1
	ACS	88.3	79.8	85.3	79.6	79.2	72.2	70.1	71.6	72.2	80.7	82.5	88.3	949.8	0.2
	Ventilación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Control de la humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	Iluminación	4725.7	4268.4	4725.7	4573.3	4725.7	4573.3	4725.7	4725.7	4573.3	4725.7	4573.3	4725.7	55641.7	10.4
	Calefacción	69091.9	43067.3	30970.7	12433.0	4781.8	--	--	--	--	3656.7	36969.1	63949.4	264920.0	49.5
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	ACS	174.9	158.0	168.8	157.6	156.8	143.0	138.7	141.7	143.0	159.8	163.4	174.9	1880.5	0.4
C _{ef, total}		88181.3	56362.7	42271.1	19922.9	13265.2	14464.3	20778.6	20642.7	14397.5	9692.0	49333.0	81989.3	431300.6	80.6

donde:

- S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².
- C_{ef, total}: Consumo total de energía en punto de consumo, kWh/m².año.

1.2.2. Horas fuera de consigna

Se indica el número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios habitables acondicionados del edificio se sitúa, durante los periodos de ocupación, fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1°C para calefacción y 1°C para refrigeración. Se considera que el edificio se encuentra fuera de consigna cuando cualquiera de dichos espacios lo está.

Zonas acondicionadas		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
		(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)
Zona común	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Edificio	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Consumo energético

2. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.

2.1. Energía eléctrica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía eléctrica.

2.2. Energía térmica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía térmica a partir de fuentes totalmente renovables.

2.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.

Se indica la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio que procede de fuentes renovables no fósiles, como son la biomasa, la electricidad consumida que se produce en el edificio a partir de fuentes renovables y la energía térmica captada del medioambiente.

EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Electricidad autoconsumida de origen renovable	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	69266.8	43225.3	31139.5	12590.6	4938.6	143.0	138.7	141.7	143.0	3816.5	37132.5	64124.3	266800.5	49.9
Biomasa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa densificada (pellets)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

3. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria, corresponde a la suma de la energía demandada de calefacción, refrigeración y ACS del edificio según las condiciones operacionales definidas.

3.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.

Se muestran los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	D_{cal} (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	D_{ref} (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Zona común	5348.95	318985.29	59.64	296141.26	55.36
	5348.95	318985.29	59.64	296141.26	55.36

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/año.

D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/m²·año.

3.2. Demanda energética de ACS.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia definida en la zona, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado, de valores:

	Ene (°C)	Feb (°C)	Mar (°C)	Abr (°C)	May (°C)	Jun (°C)	Jul (°C)	Ago (°C)	Sep (°C)	Oct (°C)	Nov (°C)	Dic (°C)
Temperatura del agua de red	8.0	8.0	10.0	12.0	14.0	17.0	20.0	19.0	17.0	13.0	10.0	8.0

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias.

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Zona común	120.0	60.0	5348.95	2830.30	0.53

Consumo energético

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m ² ·año)
	120.0		5348.95	2830.30	0.53

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref} : Temperatura de referencia, °C.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m²·año.

4. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

4.1. Definición de los espacios del edificio.

4.1.1. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.

	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	$SQ_{ocup,s}$ (kWh/año)	$SQ_{ocup,l}$ (kWh/año)	$SQ_{equip,s}$ (kWh/año)	$SQ_{equip,l}$ (kWh/año)	SQ_{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Zona común (Zona habitable acondicionada)										
B1	176.65	706.60	9.34	54038.25	34738.87	11605.89	11605.89	1450.74		
B2	59.53	238.10	27.71	54038.25	34738.87	3910.80	3910.80	488.85		
GARAJE	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	4374.44		
N COM -1	68.54	274.17	2.34	3756.82	2415.10	--	--	900.65		
N COM -2	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	4374.44		
N COM -3	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	4374.44		
N COM P1	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P2	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P3	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P4	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P5	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P6	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	3934.71	Personalizado	Otros usos 24 h
N COM P7	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P8	41.84	167.38	2.34	2293.52	1474.40	--	--	549.84		
N COM P9	49.97	199.87	2.34	2738.74	1760.62	--	--	656.58		
N COM PB	163.11	652.45	2.34	8940.21	5747.28	--	--	2143.30		
P1	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P2	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P3	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P4	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P5	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P6	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P7	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P8	139.47	557.88	3.86	17629.50	11333.25	9163.13	9163.13	1145.39		
S1	219.21	876.84	2.46	17629.50	11333.25	14402.06	14402.06	1800.26		
SALA P8	35.27	141.07	2.34	1933.04	1242.67	--	--	463.42		
	5348.95	21395.78	2.27/1.33*	360727.91	231896.52	238766.06	238766.06	55641.70		

donde:

S: Superficie útil interior del recinto, m².

V: Volumen interior neto del recinto, m³.

ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.

*: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.

Consumo energético

- $Q_{\text{ocup},s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
 $Q_{\text{ocup},l}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
 $Q_{\text{equip},s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
 $Q_{\text{equip},l}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
 Q_{ilum} : Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

4.1.2. Condiciones operacionales

Distribución horaria																								
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Perfil: Otros usos 24 h (uso no residencial)																								
Temp. Consigna Alta (°C)																								
Laboral	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Sábado	--	--	--	--	--	--	25	25	25	25	25	25	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Temp. Consigna Baja (°C)																								
Laboral	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Sábado	--	--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4.1.3. Carga interna media

Se muestran los resultados del cálculo de la carga interna media de las zonas habitables del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	C_{Fi} (W/m ²)
Zona común	5348.95	14.0
	5348.95	14.0

donde:

- S_u : Superficie habitable del edificio, m².
 C_{Fi} : Carga interna media, W/m². Carga media horaria de una semana tipo, repercutida por unidad de superficie del edificio o zona del edificio, teniendo en cuenta la carga sensible debida a la ocupación, la carga debida a la iluminación y la carga debida a los equipos (Anejo A, CTE DB HE).

4.2. Procedimiento de cálculo del consumo energético.

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía renovables y no renovables. Para ello, se ha empleado el documento reconocido CYPETHERM HE Plus. Mediante dicho programa, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo térmico zonal del edificio con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus™ versión 9.1, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico para mantener las condiciones operacionales definidas, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada y la energía final consumida, desglosando el consumo energético por equipo, servicio técnico y vector energético utilizado.

El cálculo de la energía primaria que corresponde a la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio, teniendo en cuenta la contribución de la energía producida in situ, se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

4.3. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

Vector energético	$f_{\text{cep},\text{nren}}$	$f_{\text{cep},\text{ren}}$
Medioambiente	0	1.000
Electricidad obtenida de la red	1.954	0.414

donde:

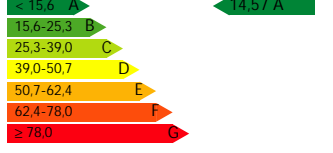
- $f_{\text{cep},\text{nren}}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.
 $f_{\text{cep},\text{ren}}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables.

ANEJO DE CALCULOS - EFICIENCIA ENERGÉTICA - HIPOTÉESIS COMBINADA 6

Calificación energética del edificio

Zona climática	D3	Uso	Otros usos
----------------	----	-----	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	CALEFACCIÓN		ACS	
		Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]	B
		4.49		0.05	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	B	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	B
6.79	3.24				

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	14.57	77926.05
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	0.00	0.00

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<div><div>< 73.8 A</div><div>73.8-120.0 B</div><div>120.0-184.6 C</div><div>184.6-240.0 D</div><div>240.0-295.4 E</div><div>295.4-369.2 F</div><div>≥ 369.2 G</div></div> <div>86.00 B</div>	Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m²·año] ¹	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria calefacción [kWh/m²·año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m²·año]	C
		26.49		0.3	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Energía primaria refrigeración [kWh/m²·año]	B	Energía primaria iluminación [kWh/m²·año]	B
40.08	19.13				

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Consumo energético

1. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

1.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.

Se muestra el consumo anual de energía final, energía primaria y energía primaria no renovable correspondiente a los distintos servicios técnicos del edificio. Los consumos de los servicios de calefacción y refrigeración incluyen el consumo eléctrico de los equipos auxiliares de los sistemas de climatización.

EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	249455.47	46.64	348660.29	65.18	141698.90	26.49
Refrigeración	109720.42	20.51	259814.31	48.57	214391.07	40.08
ACS	2508.36	0.47	3621.24	0.68	1588.64	0.30
Iluminación	52377.68	9.79	124031.34	23.19	102346.72	19.13
	414061.94	77.41	736121.82	137.62	460019.98	86.00

donde:

- S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².
- EF: Energía final consumida por el servicio técnico en punto de consumo.
- EP_{tot}: Consumo de energía primaria total.
- EP_{nren}: Consumo de energía primaria de origen no renovable.

1.2. Resultados mensuales.

1.2.1. Consumo de energía final del edificio.

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)															
Demanda energética	Calefacción	69615.7	40891.4	27224.3	9051.1	2682.9	--	--	--	--	2013.4	33921.9	64054.9	249455.7	46.6
	Refrigeración	--	--	--	2182.8	17521.9	56233.4	88352.1	87465.9	55460.1	5491.2	--	--	312707.5	58.5
	ACS	235.9	213.0	226.8	210.7	208.6	188.7	181.4	186.0	188.7	213.2	219.5	235.9	2508.4	0.5
	TOTAL	69851.6	41104.4	27451.1	11444.6	20413.5	56422.2	88533.5	87651.9	55648.8	7717.8	34141.4	64290.8	564671.5	105.6
Electricidad	Calefacción	20237.1	11887.0	7914.0	2631.1	779.9	--	--	--	--	585.3	9861.0	18620.6	72516.2	13.6
	Refrigeración	--	--	--	765.9	6148.0	19730.8	31000.4	30689.4	19459.4	1926.7	--	--	109720.5	20.5
	ACS	76.3	68.9	73.4	68.2	67.5	61.1	58.7	60.2	61.1	69.0	71.0	76.3	811.8	0.2
	Ventilación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Control de la humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	Iluminación	4448.5	4018.0	4448.5	4305.0	4448.5	4305.0	4448.5	4448.5	4305.0	4448.5	4305.0	4448.5	52377.7	9.8
	Calefacción	49378.6	29004.4	19310.3	6420.0	1903.0	--	--	--	--	1428.1	24060.9	45434.3	176939.5	33.1
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	ACS	159.5	144.1	153.4	142.5	141.1	127.7	122.7	125.8	127.7	144.2	148.4	159.5	1696.6	0.3
	C _{ef,tot}	74300.1	45122.4	31899.6	14332.7	13488.1	24224.6	35630.3	35323.9	23953.2	8601.8	38446.4	68739.3	414062.3	77.4

donde:

- S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².
- $C_{ef,tot}$: Consumo total de energía en punto de consumo, kWh/m²·año.

1.2.2. Horas fuera de consigna

Se indica el número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios habitables acondicionados del edificio se sitúa, durante los periodos de ocupación, fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1°C para calefacción y 1°C para refrigeración. Se considera que el edificio se encuentra fuera de consigna cuando cualquiera de dichos espacios lo está.

Zonas acondicionadas		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
		(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)
Zona común	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Edificio	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Consumo energético

2. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.

2.1. Energía eléctrica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía eléctrica.

2.2. Energía térmica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía térmica a partir de fuentes totalmente renovables.

2.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.

Se indica la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio que procede de fuentes renovables no fósiles, como son la biomasa, la electricidad consumida que se produce en el edificio a partir de fuentes renovables y la energía térmica captada del medioambiente.

EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Electricidad autoconsumida de origen renovable	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	49538.1	29148.5	19463.7	6562.5	2044.1	127.7	122.7	125.8	127.7	1572.3	24209.3	45593.8	178636.2	33.4
Biomasa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa densificada (pellets)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

3. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria, corresponde a la suma de la energía demandada de calefacción, refrigeración y ACS del edificio según las condiciones operacionales definidas.

3.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.

Se muestran los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	D_{cal} (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	D_{ref} (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Zona común	5348.95	249455.66	46.64	312707.45	58.46
	5348.95	249455.66	46.64	312707.45	58.46

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/año.

D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/m²·año.

3.2. Demanda energética de ACS.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia definida en la zona, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado, de valores:

	Ene (°C)	Feb (°C)	Mar (°C)	Abr (°C)	May (°C)	Jun (°C)	Jul (°C)	Ago (°C)	Sep (°C)	Oct (°C)	Nov (°C)	Dic (°C)
Temperatura del agua de red	8.0	8.0	10.0	12.0	14.0	17.0	20.0	19.0	17.0	13.0	10.0	8.0

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias.

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Zona común	120.0	60.0	5348.95	2508.37	0.47

Consumo energético

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m ² ·año)
	120.0		5348.95	2508.37	0.47

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref} : Temperatura de referencia, °C.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m²·año.

4. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

4.1. Definición de los espacios del edificio.

4.1.1. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.

	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	$SQ_{ocup,s}$ (kWh/año)	$SQ_{ocup,l}$ (kWh/año)	$SQ_{equip,s}$ (kWh/año)	$SQ_{equip,l}$ (kWh/año)	SQ_{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Zona común (Zona habitable acondicionada)										
B1	176.65	706.60	9.34	54038.25	34738.87	11605.89	11605.89	1450.74		
B2	59.53	238.10	27.71	54038.25	34738.87	3910.80	3910.80	488.85		
GARAJE	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	4374.44		
N COM -1	68.54	274.17	2.34	3756.82	2415.10	--	--	900.65		
N COM -2	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	4374.44		
N COM -3	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	4374.44		
N COM P1	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P2	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P3	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P4	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P5	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P6	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69	Personalizado	Otros usos 24 h
N COM P7	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P8	41.84	167.38	2.34	2293.52	1474.40	--	--	549.84		
N COM P9	49.97	199.87	2.34	2738.74	1760.62	--	--	656.58		
N COM PB	163.11	652.45	2.34	8940.21	5747.28	--	--	2143.30		
P1	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P2	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P3	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P4	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P5	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P6	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P7	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P8	139.47	557.88	3.86	17629.50	11333.25	9163.13	9163.13	1145.39		
S1	219.21	876.84	2.46	17629.50	11333.25	14402.06	14402.06	1800.26		
SALA P8	35.27	141.07	2.34	1933.04	1242.67	--	--	463.42		
	5348.95	21395.78	2.27/1.33*	360727.91	231896.52	238766.06	238766.06	52377.68		

donde:

S: Superficie útil interior del recinto, m².

V: Volumen interior neto del recinto, m³.

ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.

*: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.

Consumo energético

- $Q_{ocup,s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
 $Q_{ocup,l}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
 $Q_{equip,s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
 $Q_{equip,l}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
 Q_{ilum} : Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

4.1.2. Condiciones operacionales

Distribución horaria																								
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Perfil: Otros usos 24 h (uso no residencial)																								
Temp. Consigna Alta (°C)																								
Laboral	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Sábado	--	--	--	--	--	--	25	25	25	25	25	25	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Temp. Consigna Baja (°C)																								
Laboral	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Sábado	--	--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4.1.3. Carga interna media

Se muestran los resultados del cálculo de la carga interna media de las zonas habitables del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	C_{Fi} (W/m ²)
Zona común	5348.95	13.9
	5348.95	13.9

donde:

- S_u : Superficie habitable del edificio, m².
 C_{Fi} : Carga interna media, W/m². Carga media horaria de una semana tipo, repercutida por unidad de superficie del edificio o zona del edificio, teniendo en cuenta la carga sensible debida a la ocupación, la carga debida a la iluminación y la carga debida a los equipos (Anejo A, CTE DB HE).

4.2. Procedimiento de cálculo del consumo energético.

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía renovables y no renovables. Para ello, se ha empleado el documento reconocido CYPETHERM HE Plus. Mediante dicho programa, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo térmico zonal del edificio con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus™ versión 9.1, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico para mantener las condiciones operacionales definidas, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada y la energía final consumida, desglosando el consumo energético por equipo, servicio técnico y vector energético utilizado.

El cálculo de la energía primaria que corresponde a la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio, teniendo en cuenta la contribución de la energía producida in situ, se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

4.3. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

Vector energético	$f_{cep,nren}$	$f_{cep,ren}$
Medioambiente	0	1.000
Electricidad obtenida de la red	1.954	0.414

donde:

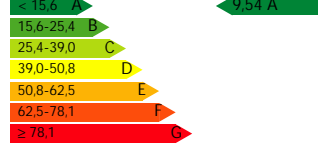
- $f_{cep,nren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.
 $f_{cep,ren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables.

ANEJO DE CALCULOS - EFICIENCIA ENERGÉTICA - HIPOTÉISIS COMBINADA 7

Calificación energética del edificio

Zona climática	D3	Uso	Otros usos
----------------	----	-----	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

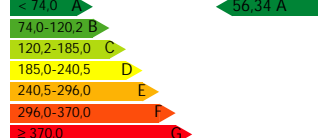
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	CALEFACCIÓN		ACS	
		Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]	C
		2.63		0.06	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	B
3.62	3.24				

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	9.54	51047.78
Emisiones CO2 por otros combustibles	0.00	2.60

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Energía primaria calefacción [kWh/m²·año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m²·año]	C
	15.51		0.35	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m²·año] ¹	Energía primaria refrigeración [kWh/m²·año]	A	Energía primaria iluminación [kWh/m²·año]	B
21.35		19.13		

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Consumo energético

1. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

1.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.

Se muestra el consumo anual de energía final, energía primaria y energía primaria no renovable correspondiente a los distintos servicios técnicos del edificio. Los consumos de los servicios de calefacción y refrigeración incluyen el consumo eléctrico de los equipos auxiliares de los sistemas de climatización.

EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	250508.11	46.83	308596.69	57.69	82967.49	15.51
Refrigeración	58436.31	10.92	138377.21	25.87	114183.93	21.35
ACS	2830.33	0.53	4129.39	0.77	1856.08	0.35
Iluminación	52377.68	9.79	124031.34	23.19	102346.72	19.13
	364152.43	68.08	575129.27	107.52	301348.87	56.34

donde:

- S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².
- EF: Energía final consumida por el servicio técnico en punto de consumo.
- EP_{tot}: Consumo de energía primaria total.
- EP_{nren}: Consumo de energía primaria de origen no renovable.

1.2. Resultados mensuales.

1.2.1. Consumo de energía final del edificio.

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)															
Demanda energética	Calefacción	69825.8	41083.5	27345.4	9113.9	2716.4	--	--	--	--	2048.9	34112.6	64261.7	250508.2	46.8
	Refrigeración	--	--	--	2156.7	17614.9	58336.5	90899.1	89839.6	57067.0	5490.1	--	--	321403.9	60.1
	ACS	263.2	237.7	254.1	237.1	236.0	215.2	208.8	213.3	215.2	240.5	245.9	263.2	2830.3	0.5
	TOTAL	70089.0	41321.2	27599.5	11507.7	20567.4	58551.7	91107.9	90052.9	57282.2	7779.5	34358.5	64524.9	574742.4	107.4
Electricidad	Calefacción	11834.9	6963.3	4634.8	1544.7	460.4	--	--	--	--	347.3	5781.8	10891.8	42459.0	7.9
	Refrigeración	--	--	--	392.1	3202.7	10606.5	16526.9	16334.3	10375.7	998.2	--	--	58436.3	10.9
	ACS	88.3	79.8	85.3	79.6	79.2	72.2	70.1	71.6	72.2	80.7	82.5	88.3	949.8	0.2
	Ventilación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Control de la humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	Iluminación	4448.5	4018.0	4448.5	4305.0	4448.5	4305.0	4448.5	4448.5	4305.0	4448.5	4305.0	4448.5	52377.7	9.8
	Calefacción	57991.0	34120.2	22710.6	7569.2	2256.0	--	--	--	--	1701.6	28330.8	53369.9	208049.2	38.9
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	ACS	174.9	158.0	168.8	157.6	156.8	143.0	138.7	141.7	143.0	159.8	163.4	174.9	1880.5	0.4
C _{ef, total}		74537.6	45339.2	32048.0	14048.2	10603.6	15126.7	21184.2	20996.1	14895.9	7736.1	38663.5	68973.5	364152.6	68.1

donde:

- S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².
- C_{ef, total}: Consumo total de energía en punto de consumo, kWh/m²·año.

1.2.2. Horas fuera de consigna

Se indica el número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios habitables acondicionados del edificio se sitúa, durante los periodos de ocupación, fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1°C para calefacción y 1°C para refrigeración. Se considera que el edificio se encuentra fuera de consigna cuando cualquiera de dichos espacios lo está.

Zonas acondicionadas		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
		(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)
Zona común	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Edificio	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Consumo energético

2. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.

2.1. Energía eléctrica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía eléctrica.

2.2. Energía térmica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía térmica a partir de fuentes totalmente renovables.

2.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.

Se indica la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio que procede de fuentes renovables no fósiles, como son la biomasa, la electricidad consumida que se produce en el edificio a partir de fuentes renovables y la energía térmica captada del medioambiente.

EDIFICIO ($S_u = 5348.95 \text{ m}^2$)

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Electricidad autoconsumida de origen renovable	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	58165.9	34278.2	22879.5	7726.8	2412.8	143.0	138.7	141.7	143.0	1861.4	28494.2	53544.8	209929.9	39.2
Biomasa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa densificada (pellets)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

3. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria, corresponde a la suma de la energía demandada de calefacción, refrigeración y ACS del edificio según las condiciones operacionales definidas.

3.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.

Se muestran los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	D_{cal} (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	D_{ref} (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Zona común	5348.95	250508.25	46.83	321403.85	60.09
	5348.95	250508.25	46.83	321403.85	60.09

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/año.

D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/m²·año.

3.2. Demanda energética de ACS.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia definida en la zona, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado, de valores:

	Ene (°C)	Feb (°C)	Mar (°C)	Abr (°C)	May (°C)	Jun (°C)	Jul (°C)	Ago (°C)	Sep (°C)	Oct (°C)	Nov (°C)	Dic (°C)
Temperatura del agua de red	8.0	8.0	10.0	12.0	14.0	17.0	20.0	19.0	17.0	13.0	10.0	8.0

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias.

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Zona común	120.0	60.0	5348.95	2830.30	0.53

Consumo energético

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m ² ·año)
	120.0		5348.95	2830.30	0.53

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref} : Temperatura de referencia, °C.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m²·año.

4. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

4.1. Definición de los espacios del edificio.

4.1.1. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.

	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	$SQ_{ocup,s}$ (kWh/año)	$SQ_{ocup,l}$ (kWh/año)	$SQ_{equip,s}$ (kWh/año)	$SQ_{equip,l}$ (kWh/año)	SQ_{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Zona común (Zona habitable acondicionada)										
B1	176.65	706.60	9.34	54038.25	34738.87	11605.89	11605.89	1450.74		
B2	59.53	238.10	27.71	54038.25	34738.87	3910.80	3910.80	488.85		
GARAJE	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	4374.44		
N COM -1	68.54	274.17	2.34	3756.82	2415.10	--	--	900.65		
N COM -2	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	4374.44		
N COM -3	332.91	1331.64	2.34	18246.80	11730.08	--	--	4374.44		
N COM P1	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P2	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P3	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P4	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P5	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P6	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69	Personalizado	Otros usos 24 h
N COM P7	51.04	204.17	2.34	2797.60	1798.46	--	--	670.69		
N COM P8	41.84	167.38	2.34	2293.52	1474.40	--	--	549.84		
N COM P9	49.97	199.87	2.34	2738.74	1760.62	--	--	656.58		
N COM PB	163.11	652.45	2.34	8940.21	5747.28	--	--	2143.30		
P1	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P2	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P3	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P4	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P5	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P6	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P7	434.19	1736.76	1.24	17629.50	11333.25	28526.31	28526.31	3565.79		
P8	139.47	557.88	3.86	17629.50	11333.25	9163.13	9163.13	1145.39		
S1	219.21	876.84	2.46	17629.50	11333.25	14402.06	14402.06	1800.26		
SALA P8	35.27	141.07	2.34	1933.04	1242.67	--	--	463.42		
	5348.95	21395.78	2.27/1.33*	360727.91	231896.52	238766.06	238766.06	52377.68		

donde:

S: Superficie útil interior del recinto, m².

V: Volumen interior neto del recinto, m³.

ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.

*: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.

Consumo energético

- $Q_{\text{ocup},s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
 $Q_{\text{ocup},l}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
 $Q_{\text{equip},s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
 $Q_{\text{equip},l}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
 Q_{ilum} : Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

4.1.2. Condiciones operacionales

Distribución horaria																								
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Perfil: Otros usos 24 h (uso no residencial)																								
Temp. Consigna Alta (°C)																								
Laboral	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Sábado	--	--	--	--	--	--	25	25	25	25	25	25	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Temp. Consigna Baja (°C)																								
Laboral	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Sábado	--	--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4.1.3. Carga interna media

Se muestran los resultados del cálculo de la carga interna media de las zonas habitables del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	C_{Fi} (W/m ²)
Zona común	5348.95	13.9
	5348.95	13.9

donde:

- S_u : Superficie habitable del edificio, m².
 C_{Fi} : Carga interna media, W/m². Carga media horaria de una semana tipo, repercutida por unidad de superficie del edificio o zona del edificio, teniendo en cuenta la carga sensible debida a la ocupación, la carga debida a la iluminación y la carga debida a los equipos (Anejo A, CTE DB HE).

4.2. Procedimiento de cálculo del consumo energético.

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía renovables y no renovables. Para ello, se ha empleado el documento reconocido CYPETHERM HE Plus. Mediante dicho programa, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo térmico zonal del edificio con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus™ versión 9.1, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico para mantener las condiciones operacionales definidas, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada y la energía final consumida, desglosando el consumo energético por equipo, servicio técnico y vector energético utilizado.

El cálculo de la energía primaria que corresponde a la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio, teniendo en cuenta la contribución de la energía producida in situ, se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

4.3. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

Vector energético	$f_{\text{cep},\text{nren}}$	$f_{\text{cep},\text{ren}}$
Medioambiente	0	1.000
Electricidad obtenida de la red	1.954	0.414

donde:

- $f_{\text{cep},\text{nren}}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.
 $f_{\text{cep},\text{ren}}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables.

FICHA TÉCNICA PRODUCTOS EMPLEADOS - VIDRIO

SGG COOL-LITE ST



Descripción

Estas nuevas capas presentan mayor dureza y durabilidad que los SGG COOL-LITE tradicionales. Están clasificadas como clase B según la norma UNE-EN-1096. Siempre irán instalados en cara 2. Además, son conformes a la normativa de marcado CE. Los vidrios SGG COOL-LITE ST se identifican por tres números. El primero indica el vidrio base y los dos últimos la transmisión luminosa de la capa sobre sustrato SGG PLANICLEAR de 6 mm de espesor.

APLICACIONES

El uso del vidrio de control solar es una necesidad importante en determinadas condiciones de soleamiento. Tanto por la incidencia energética como por los aportes excesivos de luz que se producen y, en gran parte de sus aplicaciones, requiere ser templado debido a sus características intrínsecas de absorción energética y por exigencias de seguridad de las instalaciones realizadas. Entre las aplicaciones de los vidrios SGG COOL-LITE ST se pueden contar:

- fachadas acristaladas,
- muros cortina,
- antepechos
- ...?

en general todas las en las que se busque un control energético y luminoso, a la vez que una diferenciación estética del acristalamiento.

DATOS TÉCNICOS

Valores espectrofotométricos según norma UNE EN 410 para vidrios SGG COOL-LITE® ST monolíticos.

SGG COOL-LITE ST y STB: Prestaciones en vidrio monolítico.												
Aspecto en reflexión exterior		Neutro ⁽¹⁾					Azul		Verde			
SGG COOL-LITE		ST 108	ST 120	ST 136	ST 150	ST 167	STB 120	STB 136	ST 408	ST 420	ST 436	ST 450
Espesor	mm	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Peso	Kg/m²	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Posición de la capa ⁽²⁾	cara	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Factores luminosos												
T _l	%	8	20	37	51	66	22	36	6	16	30	42
R _{te}	%	44	32	22	18	18	21	16	32	23	16	14
R _{ti}	%	38	27	18	17	19	29	17	38	27	18	16
UV T _{uv}	%	4	15	23	29	37	13	23	1	5	8	10
Factores energéticos												
T _e	%	6	17	32	45	62	18	30	4	10	18	25
R _e	%	38	26	18	14	14	19	15	17	13	10	9
A _{e1}	%	45	32	21	17	16	36	26	45	32	21	17
A _{e2}	%	55	57	51	40	24	63	55	79	77	72	66
Factor solar g _{EN 410}		0,15	0,30	0,44	0,56	0,68	0,33	0,44	0,16	0,28	0,36	0,42
Shading coefficient		0,18	0,35	0,51	0,64	0,78	0,38	0,50	0,19	0,32	0,41	0,48
Coeficiente U	W/(m² · K)	3,60	5,20	5,50	5,70	5,70	5,30	5,40	3,60	5,20	5,50	5,70

(1) Ligero tinte azul, gris o plata dependiendo de la capa.
(2) Las capas SGG COOL-LITE ST deben ir siempre en cara 2.

Consulte los valores espectrofotométricos y térmicos según normas UNE EN 410 y UNE EN 673 para los vidrios SGG COOL-LITE® ST ensamblado en doble acristalamiento en nuestro catálogo SGG COOL-LITE®.

Para más información, no dude en ponerse en contacto con su agente comercial o con nuestro servicio técnico en Saint-Gobain Glass.

FICHA TÉCNICA PRODUCTOS EMPLEADOS - UNIDAD EXPANSIÓN DIRECTA



VRV® de recuperación de calor en combinación de dimensiones reducidas

REYQ-P8/P9				8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
Módulos	REYQ8P9			1										
	REYQ10P8				1									
	REYQ12P9					1					No aplicable			
	REYQ14P8						1							
	REYQ16P8							1						
Módulos	REMQ8P9								1	1				
	REMQ10P8								1		1		1	
	REMQ12P8					No aplicable				1	1	2		1
	REMQ14P8													
	REMQ16P8												1	1
Capacidad nominal	refrigeración	kW	22,4	28	33,5	40	45	50,4	55,9	61,5	67,0	73,0	78,5	
	calefacción	kW	25,0	31,5	37,5	45	50	56,5	62,5	69	75	81,5	87,5	
COP	calefacción		4,38	4,24	4,20	4,10	3,90	4,20	4,12	4,03	3,97	3,96	3,92	
EER	refrigeración		4,31	3,84	3,69	3,51	3,19	3,99	3,77	3,61	3,49	3,38	3,3	
Cantidad de unidades exteriores			1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	
Capacidad		CV	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	
Número máx. de unidades interiores conectables			13	16	19	22	26	29	32	35	39	42	45	
Índice de conexión interior	mín.		100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	
	máx. (130%)		260	325	390	455	520	585	650	715	780	845	910	
Carcasa	color		Blanco marfil											
	material		Acero galvanizado pintado											
Dimensiones	unidad	altura	mm	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680	
		anchura	mm	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	930 + 930	930 + 930	930 + 930	930 + 930	930 + 1.240	930 + 1.240
		profundidad	mm	765	765	765	765	765	765	765	765	765	765	765
Peso		kg	331	331	331	339	339	204 + 254	204 + 254	254 + 254	254 + 254	254 + 334	254 + 334	
Ventilador	tipo		Ventilador helicoidal											
	caudal de aire (nominal a 230 V)		m³/min	190	190	210	235	240	180 + 185	180 + 200	185 + 200	200 + 200	185 + 230	200 + 230
Compresor	tipo		Compresor scroll herméticamente sellado											
	método de arranque		Puesta en marcha suave											
	nº		2	2	2	2	2	3	3	4	4	5	5	
Límites de funcionamiento	refrigeración	°CBS	-5 ~ 43											
	calefacción	°CBH	-20 ~ 15,5											
Nivel sonoro (nominal)	refrigeración	presión sonora	dB(A)	58	58	60	62	63	61	62	62	63	62	63
		potencia sonora	dB(A)	*	*	*	*	*	81,0	82,0	82,0	83,0	82,0	83,0
Refrigerante	tipo		R-410A											
	carga	kg	10,3	10,6	10,8	11,1	11,1	8,2 + 9,0	8,2 + 9,1	9,0 + 9,1	9,1 + 9,1	9,0 + 11,7	9,1 + 11,7	
	control		Válvula de expansión electrónica											
Aceite refrigerante	tipo		Aceite sintético (éter)											
	carga	l	*	*	*	*	*	8,2	8,4	10,4	10,6	12,6	12,8	
Conexiones de tubería	líquido	mm	9,52	9,52	12,7	12,7	12,7	15,9	15,9	15,9	15,9	19,1	19,1	
	gas	mm	19,1	22,2	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	34,9	34,9	34,9	
	gas de descarga	mm	15,9	19,1	19,1	22,2	22,2	22,2	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	
	tubo equalizador de presión	mm	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	
Etapas de capacidad			30	37	37	26	26	31	31	38	38	41	41	
Dispositivos de seguridad			Presostato de alta, protector de sobrecarga del motor del ventilador, protector de sobrecarga del Inverter, relé de sobreintensidad, fusible de la PCI											
Alimentación eléctrica		W1	3 ~, 50 Hz, 380-415 V											

*Esta información no estaba disponible en el momento de la publicación.

REYQ-P8/P9			30	32	34	36	38	40	42	44	46	48
Módulos	REYQ8P9											
	REYQ10P8											
	REYQ12P9						No aplicable					
	REYQ14P8											
	REYQ16P8											
Módulos	REMQ8P9				1	1						
	REMQ10P8				1		1		1			
	REMQ12P8					1	1	2		1		
	REMQ14P8		1								1	
	REMQ16P8		1	2	1	1	1	1	2	2	2	3
Cantidad de unidades exteriores			2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
Capacidad nominal	refrigeración	kW	85,0	90,0	95,4	101,0	107,0	112,0	118,0	124,0	130,0	135,0
	calefacción	kW	95	100	107	113	119	125	132	138	145	150
COP	calefacción		3,93	3,88	4,04	4,02	3,97	3,93	3,94	3,92	3,91	3,88
EER	refrigeración		3,2	3,17	3,56	3,48	3,43	3,35	3,3	3,26	3,19	3,17
Capacidad		CV	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48
Número máx. de unidades interiores conectables			48	52	55	58	61	64	64	64	64	64
Índice de conexión interior	mín.		375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
	máx. (130 %)		975	1.040	1.105	1.170	1.235	1.300	1.365	1.430	1.495	1.560
Etapas de capacidad			46	46	36	36	41	41	46	46	51	51
Carcasa	color		Blanco marfil									
	material		Acero galvanizado pintado									
Dimensiones	altura	mm	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680
	anchura	mm	1.240 + 1.240	1.240 + 1.240	930 + 930 + 1.240	930 + 930 + 1.240	930 + 930 + 1.240	930 + 930 + 1.240	930 + 1.240 + 1.240	930 + 1.240 + 1.240	1.240 + 1.240 + 1.240	1.240 + 1.240 + 1.240
	profundidad	mm	765	765	765	765	765	765	765	765	765	765
Peso		kg	334 + 334	334 + 334	204 + 254 + 334	204 + 254 + 334	254 + 254 + 334	254 + 254 + 334	254 + 334 + 334	254 + 334 + 334	334 + 334 + 334	334 + 334 + 334
Ventilador	tipo		Ventilador helicoidal									
	caudal de aire		230 + 230	230 + 230	180 + 185 + 230	180 + 200 + 230	185 + 200 + 230	200 + 200 + 230	185 + 230 + 230	200 + 230 + 230	230 + 230 + 230	230 + 230 + 230
Compresor	tipo		Compresor scroll herméticamente sellado									
	método de arranque		Puesta en marcha suave									
	nº		6	6	6	6	7	8	8	8	9	9
Límites de funcionamiento	refrigeración	°CBS	-5 ~ 43									
	calefacción	°CBH	-20 ~ 15,5									
Nivel sonoro	refrigeración	potencia sonora presión sonora	dB(A) dB(A)	83,0 63	83,0 63	83,0 63	84,0 64	84,0 64	85,0 65	84,0 64	85,0 65	85,0 65
	nombre		R-410A									
Refrigerante	carga	kg	11,7 + 11,7	11,7 + 11,7	8,2 + 9,0 + 11,7	8,2 + 9,1 + 11,7	9,0 + 9,1 + 11,7	9,1 + 9,1 + 11,7	9,0 + 11,7 + 11,7	9,1 + 11,7 + 11,7	11,7 + 11,7 + 11,7	11,7 + 11,7 + 11,7
	control		Válvula de expansión electrónica									
Aceite refrigerante	tipo		Aceite sintético (éter)									
	carga	l	14,9	15,0	15,7	15,9	17,9	18,1	20,1	20,3	22,4	22,5
Conexiones de tubería	líquido	mm	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1
	gas	mm	34,9	34,9	34,9	41,3	41,3	41,3	41,3	41,3	41,3	41,3
	gas de descarga	mm	28,6	28,6	28,6	28,6	34,9	34,9	34,9	34,9	34,9	34,9
	líquido / gas aspiración / gas de descarga	mm	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1
Etapas de capacidad			46	46	36	36	41	41	46	46	51	51
Dispositivos de seguridad			Presostato de alta, protector de sobrecarga del motor del ventilador, protector de sobrecarga del Inverter, relé de sobreintensidad, fusible de la PCI									
Alimentación eléctrica			W1	3 ~, 50 Hz, 380-415 V								

Notas: Capacidades nominales de refrigeración basadas en: temperatura interior: 27°CBS, 19°CBH; temperatura exterior: 35°CBS; tubería de refrigerante equivalente: 7,5 m; diferencia de nivel: 0 m.
 Capacidades nominales de calefacción basadas en: temperatura interior: 20°CBS; temperatura exterior: 7°CBS, 6°CBH; tubería de refrigerante equivalente: 7,5 m; diferencia de nivel: 0 m.

Caja BS para sistemas de recuperación de calor

Caja BS				BSVQ100P8B	BSVQ160P8B	BSVQ250P8B
Capacidad total de las unidades interiores conectables				x ≤ 100	100 < x ≤ 160	160 < x ≤ 250
Número máximo de unidades interiores conectables				5	8	5
Carcasa				placa de acero galvanizado		
Dimensiones	Al x An x fondo		mm	207x388x326		
Peso			kg	14	14	15
Conexiones de tubería	unidad interior	líquido / gas	mm	9,5/15,9	9,5/15,9	9,5/22,2
	unidad exterior	líquido/gas de aspiración/gas de descarga	mm	9,5/15,9/12,7	9,5/15,9/12,7	9,5/22,2/19,1
Dispositivos de seguridad				Fusible de la PCI		
Selector de frío/calor				KRC19-26A		
Caja de fijación				KJB111A		
PCI para múltiples inquilinos				DTA114A61		

FICHA TÉCNICA PRODUCTOS EMPLEADOS – UNIDAD BOMBA DE CALOR

Technical details

Extensive list of options and accessories can be provided on request, such as fully integrated hydronic kit for fixed flow or variable flow operation, partial heat recovery for sanitary hot water production and many other solutions.

R-32

	EWYT-B-SS/SL	085	105	135	175	215	205	235	255	300	340	390	430	490	540	590	630	
Capacity - Cooling	kW	75,1	97,9	120	153	193	189	212	230	270	317	350	375	434	482	531	570	
Unit power input	kW	28,0	36,7	44,8	58,0	72,2	71,5	78,8	86,6	102	118	133	147	171	192	207	219	
EER		2,68	2,67	2,69	2,64	2,67	2,65	2,69	2,66	2,65	2,69	2,63	2,55	2,54	2,51	2,57	2,60	
IPLV/IP		4,43	4,40	4,32	4,28	4,36	4,33	4,31	4,35	4,20	4,31	4,20	4,31	4,46	4,52	4,44	4,53	
SEER		3,90	3,98	3,90	4,01	3,90	3,96	3,96	3,90	3,99	4,10	3,99	4,00	4,23	4,23	4,17	4,25	
Capacity - Heating	kW	82	106	132	170	213	209	236	256	300	343	390	433	487	542	591	627	
Unit power input	kW	28,2	36,5	45,3	58,9	72,4	73,8	82,1	87,0	104	116	136	150	167	186	202	214	
COP		2,91	2,90	2,91	2,88	2,88	2,89	2,87	2,94	2,88	2,95	2,88	2,88	2,92	2,92	2,93	2,93	
SCOP		3,34	3,41	3,36	3,40	3,40	3,37	3,34	3,29	3,27	3,28	3,35	3,33	3,37	3,35	3,38	3,37	
Height	mm	1800									2514							
Width	mm	1195									2282							
Length	mm	2225	2825	3425		4350	4025	4950			3225		4125				5025	
Unit Weight	(SS) kg	955	1065	1165	1320	1500		1800	1825	2100	2250	3180	3190	3180	3370	4267		
	(SL) kg	985	1095	1195	1350	1530		1830	1855	2260	2410	3340	3350	3340	3530	4427		
Operating Weight	(SS) kg	962	1072	1172	1327	1511	1511	1811	1839	2114	2270	3200	3210	3207	3397	4302	4308	
	(SL) kg	992	1102	1202	1357	1541	1541	1841	1869	2274	2430	3360	3370	3367	3557	4462	4468	
WATER HEAT EXCHANGER		Plates																
Water flow rate - Cooling	l/s	3,6	4,7	5,8	7,3	9,2	9,0	10,1	11,0	12,9	15,1	16,7	17,9	20,7	23,0	25,3	27,2	
Water pressure drop - Cooling	kPa	14,0	24,2	35,1	54,1	46,5	45,0	55,2	45,2	60,2	49,2	58,9	66,7	58,7	71,2	58,3	66,1	
Water flow rate - Heating	l/s	3,9	5,1	6,3	8,1	10,2	10,0	11,3	12,2	14,3	16,4	18,6	20,7	23,3	25,9	28,3	30,0	
Water pressure drop - Heating	kPa	17,6	27,8	41,2	64,7	55,4	53,6	66,6	54,4	72,3	56,5	71,3	86,0	72,1	87,3	70,4	78,4	
Heat Exchanger water inlet/outlet	mm	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	
AIR HEAT EXCHANGER		Cu/Al																
Fan Type		Axial																
Fan Quantity		4	6	8		10		12		5	6	8				10		
Compressor		Scroll																
Nr. of compressors		2					4						5		6			
Nr. of Circuits		1					2											
Sound Power - Cooling	(SS) dB(A)	83,8	87,2	89,1	90,8	92,2	89,9	91,0	91,7	94,0	94,9	95,9	96,3	96,6	96,8	97,5	97,8	
	(SL) dB(A)	82,7	85,2	86,8	87,8	89,0	87,7	88,6	89,0	90,8	91,6	92,8	92,9	92,9	93,0	93,9	93,9	
Sound Pressure level@1m distance - Cooling	(SS) dB(A)	66,4	69,4	70,9	72,6	73,7	71,2	72,0	72,7	74,5	75,4	75,9	76,3	76,6	76,8	77,1	77,4	
	(SL) dB(A)	65,3	67,4	68,6	69,6	70,5	69,0	69,6	70,0	71,3	72,1	72,8	72,9	72,9	73,0	73,5	73,5	
Refrigerant type		R32 / 675																
Refrigerant charge	kg	11	19	27	27	35	35	43	43	28	42	71	71	71	71	86	100	
Maximum inrush current	A	211	327	343	464	495	408	425	439	564	598	636	666	712	757	795	825	
Maximum running current	A	68,2	84,6	101	131	163	166	183	197	232	266	304	334	379	425	463	493	
Phases/Frequency/Voltage	Hz/V	3~/50/400																

**FICHA TÉCNICA PRODUCTOS EMPLEADOS - UNIDAD BOMBA DE CALOR
GEOTÉRMICA**

ecoGEO HP 25-100

- **Control de potencia térmica** modulante en un amplio rango (25-100%) y control de caudal modulante en los circuitos de captación y producción (20-100%).
- Gestión integrada de hasta **5 temperaturas de impulsión diferentes**, **2 acumuladores de inercia** diferentes (1 calefacción y 1 refrigeración), **1 acumulador de ACS**, **1 piscina y control horario de la recirculación de ACS** por bomba de calor.
- **Gestión integrada de equipos de apoyo externos** auxiliares todo/nada o modulantes, por ejemplo resistencias eléctricas o calderas todo/nada o calderas modulantes.
- **Gestión integrada de bloque de hasta 6 bombas de calor** en paralelo.
- **Gestión integrada de sistemas de emisión simultánea frío/calor** según esquema.
- Gestión de **Free Cooling / Refrescamiento Pasivo**.

- Todos los modelos disponibles **Trifásicos**.
- Productos compatibles con **e-manager y e-system**.
- **Contadores de energía integrados** para consumo eléctrico, producción térmica de calor/frío y rendimientos instantáneos y estacionales mensual y anual.

ecoGEO HP

INVERTER



ESPECIFICACIONES ECOGEO HP 25-100		UDS.	HP1	HP3
APLICACIÓN	Lugar instalación	-	Interior	
	Tipo sistema captación ⁸	-	Geotérmico / Aerotérmico / Híbrido	
	Calefacción, ACS con acumulador externo y piscina	-	✓	
	Refrigeración activa integrada	-	✓*	✓**
	Control Refrigeración pasiva externa	-	✓	
PRESTACIONES	Rango modulación compresor	%	25 a 100	
	Potencia calefacción ¹ , BOW35	kW	21,1 a 86,7	
	COP ¹ , BOW35	-	4,5	
	Potencia refrigeración activa ¹ , B35W7	kW	-	22,3 a 90,3
	EER ¹ , B35W7	-	-	4,6
	Temperatura ACS máxima sin apoyo	°C	60	
	Temperatura ACS máxima con apoyo	°C	70	
	Nivel de potencia acústica ³	db	59 a 72	
	Etiqueta energética / njs con control clima medio	-	A+++ / 183%	
LÍMITES DE OPERACIÓN	Rango temperaturas calefacción ² / Consigna	°C	10 a 60 / 20 a 60	
	Rango temperaturas refrigeración ² / Consigna	°C	-20 a 35 / -15 a 35	5 a 35 / 7 a 35
	Rango temperaturas captación calefacción ²	°C	-20 a 35	
	Rango temperaturas disipación refrigeración ²	°C	10 a 60	
	Presión circuito refrigerante mínimo / máximo	bar	2 / 45	
	Presión circuito de producción	bar	0,5 a 5	
	Presión circuito de captación	bar	0,5 a 5	
FLUIDOS DE TRABAJO	Carga de refrigerante R410A	kg	8,5	9,1
	Tipo de aceite del compresor/carga de aceite	kg	POE / 6,7	
	Caudal nominal captación, BOW35 ¹ (ΔT = 3 °C)	l/h	4765 a 19360	
	Caudal nominal producción, BOW35 ¹ (ΔT = 5 °C)	l/h	3625 a 14935	
DATOS ELÉCTRICOS CONTROL	1/N/PE 230 V / 50-60Hz ⁵	-	✓	
	Protección externa recomendada ⁷	-	C1A	
	Fusible circuito primario transformador	A	0,63	
	Fusible circuito secundario transformador	A	4	
DATOS ELÉCTRICOS BOMBA DE CALOR TRIFÁSICA	3/N/PE 400 V / 50-60Hz ⁵	-	✓	
	Protección externa máxima recomendada ⁶	-	C63A	
	Consumo máximo ² , BOW35	kW/A	20,3 / 31,8	
	Consumo máximo ² , BOW55	kW/A	29,6 / 45,1	
	Intensidad arranque mínima / máxima ⁴	A	10,8 / 16,7	
	Corrección de coseno Ø	-	0,96-1	
DIMENSIONES Y PESO	Altura x ancho x profundidad	mm	1063x950x886	
	Peso en vacío (sin ensamblaje)	kg	350	355

- Conforme a EN 14511, incluyendo el consumo de bombas de circulación y driver del compresor.
- Con circuladoras de velocidad variables gestionadas por ecoGEO HP.
- Conforme a EN 12102.
- Intensidad de arranque depende de condiciones de trabajo de los circuitos hidráulicos.
- El rango de tensión admisible para un correcto funcionamiento de la bomba de calor es de ±10%.
- El consumo máximo puede variar significativamente con las condiciones de

- trabajo, o si se limita el rango de operación del compresor.
- Protección externa dimensionada exclusivamente para el consumo eléctrico del controlador de la bomba de calor ecoGEO HP. Esta protección deberá ser redimensionada en caso de emplear la alimentación monofásica del controlador para alimentar otros elementos de la instalación en función de las características de dichos elementos.
- Mediante uso de ecoSMART e-source en el caso de captación aerotérmica o híbrida.

- * En función de configuración, sólo en caso de producción simultánea
** Inversión mediante válvula de 4 vías

Nota: no incluye circuladoras de primario ni secundario